İSTANBUL KEMERBURGAZ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SIKLIKLA KULLANILAN YAPAY SİNİR AĞLARI ALGORİTMALARININ ANTALYA İLİNE AİT ELEKTRİK YÜK TAHMİNİ ÖZELİNDE ANALİTİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YALÇIN KAPLAN

İSTANBUL, 2014

SIKLIKLA KULLANILAN YAPAY SİNİR AĞLARI ALGORİTMALARININ ANTALYA İLİNE AİT ELEKTRİK YÜK TAHMİNİ ÖZELİNDE ANALİTİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Yalçın Kaplan

Lisans, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Dumlupınar üniversitesi, 2006

İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi

Yüksek Lisans, Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği'ne

sunulmuştur.

Bu çalışma tarafımızca incelenmiş olup, kapsam ve kalite açısından Yüksek Lisans tezi olmaya yeterli bulunmuştur.

Yrd. Doç. Dr. F. Korhan Turan
Eş Danışman

Doç. Dr. Oğuz Bayat
Danışman

İnceleme Komitesi Üyeleri

Doç. Dr. Oğuz Bayat	(Jüri)	
Yrd. Doç. Dr. F. Korhan Turan	(Jüri)	
Yrd. Doç. Dr. Akıner Tüzüner	(Jüri)	
Yrd. Doç. Dr. Kerem Altun	(Jüri)	
Yrd. Doç. Dr. Mehmet D. Erbaş	(Jüri)	

Bu çalışma bir Yüksek Lisans tezinin tüm gerekli şartlarını taşımaktadır.

Prof. Dr. Veysel Gazi
A.B.D. Başkanı

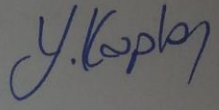
[Üniversite] onayı 17/07/2014

Doç. Dr. Oğuz Bayat
Enstitü Müdürü

Bu dökümandaki tüm bilgilerin akademik kural ve etiğe bağlı kalınarak yazıldığını ve tez yazım kuralları kapsamında bu çalışmada bulunan ve orijinal olmayan bütün bilgi ve materyallerin referansandırıldığını temin ederim.

Yalçın Kaplan

İmza



İTHAF

Biricik Eşime

TEŞEKKÜR

Kimilerine göre kısa kimilerine göre uzun olabilecek bir süreyi geride bırakmanın sevinci ve burukluğuyla yüksek lisans sürecinin bitişini anlatan tez sürecini de tamamladım. “Bana bir harf öğretenin kırk yıl kölesi olurum” sözünü tam da burada paylaşmak isterim. Öncelikle bu zorlu süreçte bilgisini, zamanını paylaşan ve desteklerini her zaman hissettiren Doç. Dr. Oğuz Bayat, Yrd. Doç. Dr. Fikret Korhan Turan, Yrd. Doç. Dr. Akıner Tüzüner, Yrd. Doç. Dr. Kerem Altun ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet D. Erbaş hocalarıma teşekkür ederim. Hayatımın her anında olduğu gibi tez süresi boyunca da beni destekleyen, motive eden, benim arkamda değil yanımda olan biricik eşim Dr. Başak Mansız Kaplan’a ve bütün eğitim öğretim hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen annem Havva Kaplan, babam Turhan Kaplan ve kardeşim Yelda Kaplan’a şükranlarımı sunarım.

Ayrıca bu çalışmada kullandığım MATLAB ve SPSS programının gelişmesine katkısı olan kişilere ve SUPER DECISIONS programını geliştiren Sayın Dr. Thomas Saaty ve Rozann Saaty’e şükranlarımı sunarım. Son olarak giriş verilerini bize sağlayan Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ), Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) kurumlarına ve çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Yalçın Kaplan

İstanbul/2014

ÖZET

SIKLIKLA KULLANILAN YAPAY SİNİR AĞLARI ALGORİTMALARININ ANTALYA İLİNE AİT ELEKTRİK YÜK TAHMİNİ ÖZELİNDE ANALİTİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Yalçın Kaplan

Yüksek Lisans, Elektrik - Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Oğuz Bayat

Eş Danışman: Yrd. Doç. Dr. F. Korhan Turan

Bu çalışmada, Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılarak Antalya iline ait elektrik yük tahmini baz alınıp algoritmalar değerlendirilmiştir. Çalışmada oluşturulan elektrik yük modeli MATLAB programı YSA araç kutusu ile geri beslemeli 3 katmanlı bir ağ olarak tasarlanmış ve çözülmüştür. Modelde kullanılan giriş verileri 2001-2011 yılları arasındaki aylık ortalama Elektrik (E), Sıcaklık (S), Nem (N), Basınç (B) ve Nüfus (P) değerlerini kapsamaktadır. Modelde E-S-N-B, E-S-N, E-B-N, E-B-S ve E-S-B-P giriş verileri kullanılmış olup, Levenberg-Marquardt (LM), Gradient-Descent (GD), Resilient Propagation (RP), Gradient-Descent-Momentum (GDM), Gradient-Descent-Adaptive (GDA) ve Gradient-Descent-Adaptive-Momentum-Rate Backpropagation (GDX) algoritmaları yardımıyla otuz adet tahmin değeri elde edilmiştir. Elde edilen değerler ile hesaplanan ortalama karekök hatası değeri (OKH), iterasyon sayısı, işlem süresi gibi kriterleri baz alan bir Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

modeli geliştirilmiş ve sıklıkla kullanılan bu YSA algoritmaları sıralanmıştır. Diğer çalışmalardan farklı olarak YSA modeli üç veya dört girişli olarak çalıştırılmış ve sıklıkla kullanılan YSA algoritmaları Antalya ili vaka çalışması üzerinden birçok-kriterli karar verme aracı olan AHS yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Elektrik Yükü, Sıcaklık, Nem, Basınç, Nüfus, AHS

ABSTRACT

AN ANALYTIC EVALUATION OF FREQUENTLY USED ARTIFICIAL NEURAL NETWORK ALGORITHMS BASED ON THE ELECTRICITY LOAD FORECAST OF ANTALYA PROVINCE

Kaplan, Yalçın

M.S., Department of Electrical and Computer Eng., Istanbul Kemerburgaz University

Advisors: Associate Professor Oğuz Bayat

Co Advisors: Assistant Professor F. Korhan Turhan

In this study, Artificial Neural Networks (ANN), using Turkey's Antalya Province is located in the southern region of electric load forecasting, based algorithms have been evaluated. In this study, the electrical model of MATLAB neural network toolbox and a feedback network is designed with three floors and has been resolved. Electrical (E), temperature (S), humidity (N), pressure (B) and population (P) values to the input data used in the model between the years of 2001-2011. In the model, preparing the grant application ESBN, ESN, EBN, EBS and ESBP input data was used. Thirty Algorithms predicted values were obtained with the help Levenberg-Marquardt (LM), Gradient-Descent (GD), Resilient Propagation (RP), Gradient-Descent-Momentum (GDM), Gradient-Descent-Adaptive (GDA) and Gradient-Descent-Adaptive-Momentum-Rate Backpropagation (GDX). Root mean square error (RMSE) was estimated with the values obtained. RMSE, the number of iterations, such as processing time criteria on which to base an Analytical Hierarchy Process (AHP) model is developed. ANN commonly used algorithms are evaluated. In this

study, ANN model was run with three or more inputs and ANN algorithms commonly used case study of Antalya province many-criteria decision-making tool was evaluated by the AHP method.

Keywords: Artificial Neural Networks, Electricity Load, Temperature, Humidity, Pressure, Population, AHP

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ 1

1.1 ELEKTRİK ENERJİSİ 2

1.2 TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ 3

1.3 TEZİN AMACI VE İÇERİĞİ 6

1.4 KAYNAK ARAŞTIRMASI 7

2. YÖNTEM 10

2.1 ELEKTRİK VE PARAMETRELER 10

2.2 YAPAY SİNİR AĞLARI 12

2.2.1 Yapay sinir ağı hücresi 14

2.2.2 YSA'nın genel özellikleri ve amaçları 15

2.2.3 YSA'nın avantaj ve dezavantajları 17

2.2.4 Aktivasyon fonksiyonları 17

2.2.5 YSA modelleri 20

2.2.6 YSA'nın eğitilmesi 21

2.2.7 YSA'da öğrenme algoritmaları 22

2.2.7.1 LM algoritması 24

2.2.7.2 RP algoritması 24

2.2.7.3 GD algoritması 25

2.2.7.4 GDM algoritması 25

2.2.7.5 GDA algoritması 26

2.2.7.6 GDX algoritması 26

2.3 NORMALİZASYON 27

2.4 ANALİTİK HİYERARŞİ SÜREÇ 28

2.5 OKH DEĞERİ HESAPLAMA 31

3. UYGULAMA.....32

3.1 YAPILAN ÇALIŞMA 32

3.2 ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER 32

3.2.1 2001-2011 yıllarına ait aylık sıcaklık verileri 32

3.2.2 2001-2011 yıllarına ait aylık nem verileri.....34

3.2.3 2001-2011 yıllarına ait aylık basınç verileri.....35

3.2.4 2001-2011 yıllarına ait aylık elektrik verileri.....36

3.2.5 2001-2011 yıllarına ait aylık nüfus verileri 38

4. MODEL SONUÇLARI 40

4.1 GRAFİKLER 40

4.1.1 E-S-B-N veri girişi ile 2010-2011 yılı elektrik yükü tahmini grafikleri 41

4.1.2 E-S-B veri girişi ile 2010-2011 yılı elektrik yükü tahmini grafikleri 44

4.1.3 E-S-N veri girişi ile 2010-2011 yılı elektrik yükü tahmini grafikleri.....47

4.1.4 E-B-N veri girişi ile 2010-2011 yılı elektrik yükü tahmini grafikleri 50

4.1.5 E-S-B-P veri girişi ile 2010-2011 yılı elektrik yükü tahmini grafikleri.....53

4.2 OKH DEĞERLERİ 62

4.3 MODELDEN ELDE EDİLEN MEVCUT VE GELECEK YILLARA AİT YÜK TAHMİNLERİ 74

4.4 AHS İLE OLUŞTURULAN MODELİN SONUÇLARI 76

5. SONUÇ 88

6. KAYNAKLAR 93

7. EK A 98

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Türkiyede tüketilen enerji miktarı 4

Tablo 2. Bir meskende kurulu güç miktarının yaklaşık değerleri 11

Tablo 3. Biyolojik sistem ile yapay sistemin eşdeğeri 14

Tablo 4. YSA teorik kullanım alanları 15

Tablo 5. YSA'nın avantajları ve dezavantajları 17

Tablo 6. Standart tercih tablosu 29

Tablo 7. 2001-2011 yılına ait MGM'den alınan aylık sıcaklık verileri 33

Tablo 8. 2001-2011 yılına ait MGM'den alınan aylık nem verileri.....34

Tablo 9. 2001-2011 yılına ait MGM'den alınan aylık basınç verileri 35

Tablo 10. 2001-2011 yılına ait aylık tüketilen elektrik verileri 36

Tablo 11. 2001-2011 yılına ait aylık tüketilen elektrik verilerinin yıllık gösterimi 37

Tablo 12. Antalya iline ait P verileri 38

Tablo 13. Giriş değerleri ve algoritmalara göre şekil numaraları 40

Tablo 14. Model OKH değerleri ve ortalamaları 62

Tablo 15. YSA OKH değerleri 63

Tablo 16. Hata değerlerinin ANOVA istatistik analizi 67

Tablo 17. OKH değerleri ve ağırlıklar 77

Tablo 18. İşlem süresi değerleri ve ağırlıklar.....78

Tablo 19. İterasyon sayısı değerleri ve ağırlıklar.....78

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. 2011 yılı elektrik kullanımının sektörel dağılımı.....5

Şekil 2. 2011 yılı elektrik kullanımının sektör dağılımının yüzde gösterimi 6

Şekil 3. Basit nöron yapısı 13

Şekil 4. Sinir hücresi 13

Şekil 5. Temel YSA hücresi 14

Şekil 6. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu 18

Şekil 7. Eşik aktivasyon fonksiyonu 19

Şekil 8. Doğrusal aktivasyon fonksiyonu 19

Şekil 9. İleri beslemeli ağ modeli.....20

Şekil 10. İleri beslemeli çok katmanlı sinir ağı 20

Şekil 11. Geri beslemeli ağ modeli 21

Şekil 12. Öğrenme ve test etme şematik gösterimi.....22

Şekil 13. AHS hiyerarşik model yapısı 30

Şekil 14. 2001-2011 yılları arası MGM'den alınan sıcaklık değerleri.....33

Şekil 15. 2001-2011 yılları arası MGM'den alınan bağıl nem değerleri 35

Şekil 16. 2001-2011 yılları arası MGM'den alınan aylık basınç değerleri.....36

Şekil 17. 2001-2011 yılları arası tüketilen elektrik değerlerinin aylık gösterimi 37

Şekil 18. 2001-2011 yılları arası yıllık toplam tüketilen elektrik yüzdesi 38

Şekil 19. E-S-B-N veri girişi ve LM algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği 41

Şekil 20. E-S-B-N veri girişi ve RP algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği 41

Şekil 21. E-S-B-N veri girişi ve GD algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği 42

Şekil 22. E-S-B-N veri girişi ve GDX algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği 42

Şekil 23. E-S-B-N veri girişi ve GDM algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği.....43

Şekil 24. E-S-B-N veri girişi ve GDA algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği.....43

Şekil 25. E-S-B veri girişi ve LM algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği.....44

Şekil 26. E-S-B veri girişi ve RP algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği 44

Şekil 27. E-S-B veri girişi ve GD algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği.....45

Şekil 28. E-S-B veri girişi ve GDX algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği.....45

Şekil 29. E-S-B veri girişi ve GDM algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği 46

Şekil 30. E-S-B veri girişi ve GDA algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği 46

Şekil 31. E-S-N veri girişi ve LM algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği 47

Şekil 32. E-S-N veri girişi ve RP algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği 47

Şekil 33. E-S-N veri girişi ve GD algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği 48

Şekil 34. E-S-N veri girişi ve GDX algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği 48

Şekil 35. E-S-N veri girişi ve GDM algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği.....49

Şekil 36. E-S-N veri girişi ve GDA algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği.....49

Şekil 37. E-B-N veri girişi ve LM algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği.....50

Şekil 38. E-B-N veri girişi ve RP algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği.....50

Şekil 39. E-B-N veri girişi ve GD algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği.....51

Şekil 40. E-B-N veri girişi ve GDX algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği.....51

Şekil 41. E-B-N veri girişi ve GDM algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği 52

Şekil 42. E-B-N veri girişi ve GDA algoritması 2010-2011 yılı elektrik tahminleri grafiği 52

Şekil 43. Yavaş nüfus artışı baz alınarak ESBP LM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği.....53

Şekil 44. Yavaş nüfus artışı baz alınarak ESBP RP ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği.....53

Şekil 45. Yavaş nüfus artışı baz alınarak ESBP GD ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği 54

Şekil 46. Yavaş nüfus artışı baz alınarak ESBP GDX ile bulunan 2010-2011 yılı elektrikgrafiği.....54

Şekil 47.Yavaş nüfus artışı baz alınarak ESBP GDM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrikgrafiği.....55

Şekil 48. Yavaş nüfus artışı baz alınarak ESBP GDA ile bulunan 2010-2011 yılı elektrikgrafiği.....55

Şekil 49.Normal nüfus artışı baz alınarak ESBP LM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrikgrafiği.....56

Şekil 50. Normal nüfus artışı baz alınarak ESBP RP ile bulunan 2010-2011 yılı elektrikgrafiği.....56

Şekil 51.Normal nüfus artışı baz alınarak ESBP GD ile bulunan 2010-2011 yılı elektrikgrafiği.....57

Şekil 52.Normal nüfus artışı baz alınarak ESBP GDX ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği.....57

Şekil 53. Normal nüfus artışı baz alınarak ESBP GDM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği.....58

Şekil 54. Normal nüfus artışı baz alınarak ESBP GDA ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği.....58

Şekil 55. Hızlı nüfus artışı baz alınarak ESBP LM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği.....59

Şekil 56. Hızlı nüfus artışı baz alınarak ESBP RP ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği 59

Şekil 57. Hızlı nüfus artışı baz alınarak ESBP GD ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği.....60

Şekil 58. Hızlı nüfus artışı baz alınarak ESBP GDX ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği 60

Şekil 59. Hızlı nüfus artışı baz alınarak ESBP GDM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği.....61

Şekil 60. Hızlı nüfus artışı baz alınarak ESBP GDA ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği 61

Şekil 61. OKH değerleri 62

Şekil 62. 2010-2011 yıllarına ait LM algoritmasıyla yapılan tahmini elektrik yük değerleri 74

Şekil 63. 2012-2013 yıllarına ait LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri 75

Şekil 64. Normal P artışı düşünülerek E-S-B-P LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri.....75

Şekil 65. Yavaş P artışı düşünülerek E-S-B-P LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri....76

Şekil 66. Hızlı P artışı düşünülerek E-S-B-P LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri....76

Şekil 67. AHS Modeli....77

Şekil 68. E-S-B-N giriş verileri ile oluşturulan modelin sonucu....79

Şekil 69. E-S-B-N giriş verileri ileduyarlılık analizi....80

Şekil 70. E-S-B giriş verileri ile oluşturulan modelin sonuç gösterimi....81

Şekil 71. E-S-B giriş verileri ile duyarlılık analizi....81

Şekil 72. E-S-N giriş verileri ile oluşturulan modelin sonucu....82

Şekil 73. E-S-N giriş verileri ile duyarlılık analizi....83

Şekil 74. E-B-N giriş verileri ile oluşturulan modelin sonucu....84

Şekil 75. E-B-N giriş verileri ile duyarlılık analizi....84

Şekil 76. E-S-B-P giriş verileri ile oluşturulan modelin sonucu....85

Şekil 77. E-S-B-P giriş verileri ile duyarlılık analizi....86

Şekil 78. Ortalama değerler ile oluşturulan modelin sonucu....87

Şekil 79. Ortalama değerler ile duyarlılık analizi....87

KISALTMALAR LİSTESİ

YSA Yapay Sinir Ağları

LM Levenberg – Marquardt algoritması

GD Gradyan iniş algoritması

RP Esnek yayılım algoritması

GDM İvmeli gradyan iniş algoritması

GDA Uyarlamalı gradyan iniş algoritması

GDX Uyarlamalı öğrenme oranı ve ivmeli gradyan iniş algoritması

OHO Ortalama hata oranı

OKH Ortalama karekök hatası

AHS Analitik Hiyerarşi Süreci

AAS Analitik Ağ Süreci

E Elektrik verileri

N Nem verileri

B Basınç verileri

S	Sıcaklık verileri
P	Nüfus verileri
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.
E-S-B-P	Elektrik,Sıcaklık,Nüfus verileri
E-S-B-N	Elektrik,Sıcaklık,Basınç,Nem verileri
E-S-N	Elektrik,Sıcaklık,Nem verileri
E-S-B	Elektrik,Sıcaklık,Basınç verileri
E-B-N	Elektrik,Basınç,Nem verileri

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu ile ihtiyaç duyulan enerji miktarının artması, hayat kalitesi ve iktisadi gelişiminin artması açısında, hayati öneme sahiptir. Nüfusun hızla artması enerji kullanımı açısından kaygı verici bir durumdur. Kaynak olarak enerjiyi ele alıp, ülkemizde kullanılan enerji miktarına baktığımız zaman, hidrolik enerji kaynakları, yenilenebilir enerji kaynakları ve fosil enerji kaynaklarının kullanıldığını görürüz. Fosil enerji kaynağı olarak kullanılan kaynaklar petrol, doğalgaz ve kömürdür. Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'nin nüfusunun hızla artması da kullanılan enerji miktarının artmasına sebep olmaktadır. Artan nüfus nedeniyle ihtiyaç duyulan enerji kaynaklarının karşılanması açısından fosil kaynaklı yakıtların yerini zamanla yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakması beklenmektedir. Türkiye'de çıkarılan petrol miktarının yeterli olmaması, enerji kaynağı olarak fosil ürünlerinin ve kaynaklarının ithal edilmesine yol açmakta ve bu durum da maliyet açısından yük olmaktadır (Uçar ve Balo, 2009).

Dünyada 2011 yılı sonu itibariyle petrol rezervlerine bakacak olursak, Kuzey Amerika'da %13,2, Güney Amerika'da %19,7, Avrupa ve Asya'da %8,5, Orta Doğu'da %48,1, Afrika'da %8 ve Pasifik Asya'da %2,5 oranında rezerv vardır. Diğer taraftan kömür kaynaklarına bakıldığında 2011 yılı sonu itibariyle Kuzey Amerika'da %28,5, Güney Amerika'da %1,5, Avrupa ve Asya'da %35,4, Orta Doğu ve Afrika'da %3,8 ve Pasifik Asya'da %30,9 oranında rezerv vardır (BP, 2012). Fosil enerji kaynaklarının sınırlı miktarda olması ve yeni rezerv keşiflerinin artan talebi karşılayamaması insanları başka enerji kaynaklarının arayışına itmektedir. Bu amaçla dünya ve ülkemiz açısından hayati öneme sahip olan elektrik enerjisi üretiminde yukarıda bahsedilen yeraltı kaynaklarından ziyade yenilenebilir enerji

kaynaklarına doğru bir yönelim olması beklenmektedir. Enerji kaynaklarının bu kadar önemli olduğu bir zamanda, elektrik enerjisi üretiminde kullanılan doğru kaynaklara yatırım yapılması, doğru elektrik yük tahminlerinin yapılmasına bağlıdır. Bundan dolayı elektrik üretiminde en önemli yol göstericiler tahminlerdir. Elektrik yükü açısından birçok tahmin şekli kullanılmıştır ancak bu çalışmada kullandığımız tahmin yöntemi yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımını ele almaktadır. Bu amaçla Antalya ili baz alınarak bir YSA modeli geliştirilmiş ve bu model MATLAB programı YSA araç kutusu kullanılarak çözülmüştür. Oluşturulan modele giriş olarak E, S, B, N ve P değerleri, E-S-B-P, E-S-N-B, E-S-N, E-B-N, E-B-S şeklinde verilmiş olup LM, GD, RP, GDM, GDA ve GDX olmak üzere altı adet algoritma kullanılarak otuz adet elektrik yükü sonucu elde edilmiştir. Elde edilen elektrik yük sonuçları yetkili kuruluştan elde edilen elektrik yük verileri karşılaştırılarak OKH değerleri hesaplanmıştır. Bulunan OKH değerleri SPSS programında ANOVA ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bulunan OKH değerleri ile beraber iterasyon sayısı ve çalışma süresi olmak üzere üç adet karar kriteri kullanan bir AHS modeli tasarlanmış, geliştirilen AHS modeli ile diğer çalışmalardan farklı olarak sıklıkla kullanılan YSA algoritmaları Antalya ili vaka çalışması üzerinden değerlendirilmiştir.

1.1 ELEKTRİK ENERJİSİ

Elektrik enerjisi kaynağını diğer enerji kaynaklarından ayıran en önemli özelliği son kullanıcı açısından rahat ve temiz bir kaynak olmasıdır. Ekonominin gelişmesi sanayinin gelişmesi, teknolojik olanakların artması ve ülke medeniyetinin gelişmesine imkân tanır. Tüm bunların yanında elektrik enerjisi üreten ülkeler, elektrik enerjisi ihracatı sayesinde

ekonomilerine de katkı sağlarlar. Elektrik enerjisinin üretimi, alım-satımı ülkeler arasındaki güç dengeleri açısından ve siyasi açıdan oldukça önemlidir (Sayıştay EÜAŞ, 2011).

1.2 TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ

Ülkemizde elektrik enerjisinin kullanımı birçok alanda artarak devam etmektedir. Günümüzde elektrik enerjisi tüketiminin bu kadar artmasının sebepleri arasında gelişen teknoloji, kalkınan bir ülke olması, sanayileşmenin artması ve nüfusun hızla artıyor olmasıdır. Ülkemizde elektrik enerjisi rüzgâr santralleri, hidroelektrik santraller ve termik santraller aracılığı ile üretilmektedir. Dünyada diğer ülkeler tarafından kullanılmakta olan ve sayısı gittikçe artan nükleer santraller ülkemizde de kurulmaya başlanmıştır. Son yıllarda Sinop ve Mersin'de iki adet nükleer santral inşaatına başlanmıştır. Bütün bu üretim sahaları tam kapasiteyle çalışmaya başladığı anda elektrik enerjisi üretiminde fosil yakıtlara bağımlılık azalacaktır.

Son yıllarda Türkiye'de elektrik dağıtımının özel sektör aracılığıyla yapılmaya başlandığı görülmektedir. Şehirlerde ve kırsallarda bulunan elektrik hatları mevcut şeklini korurken yapılan yatırımlar sadece bunların onarım ve bakım yatırımları olarak kalmaktadır. Elektrik enerjisi kullanımı bu kadar hızlı bir artış gösterirken, elektrik dağıtım ve iletim şirketlerinin de yapacağı yatırımlarla yeni enerji iletim ve dağıtım hatlarına sahip olunması gerekliliktir. Ayrıca bu hatlar enerji kayıplarını azaltırken enerji iletim hızını arttıracak ve iletim dağıtımda ortaya çıkan arızalar minimum seviyeye inecektir. TEİAŞ'nın 2012 yılında açıkladığı rapora göre, tüketilen enerji miktarı Tablo 1'de görülmektedir. Türkiye'de tüketilen enerji miktarı 2011 yılından 2012 yılına kadar gözle görülür bir artış göstermiştir.

Buna bağlı olarak 2012 yılı Ocak ayının elektrik enerjisi kullanımı, geçen yılın Ocak ayına göre %8.28 oranında artış göstermiştir. Nisan ayında ise %1.72 oranında artış sağlanırken, Temmuz ayında %8.34 oranında artış ve Ekim ayında %4.13 oranında azalış gözlenmiştir. 2011 yılından 2012 yılına toplam elektrik enerjisi kullanımında olan artış 11.640,05 Milyon KWh (%5,05) şeklinde gerçekleşmiştir (TEİAŞ, 2012).

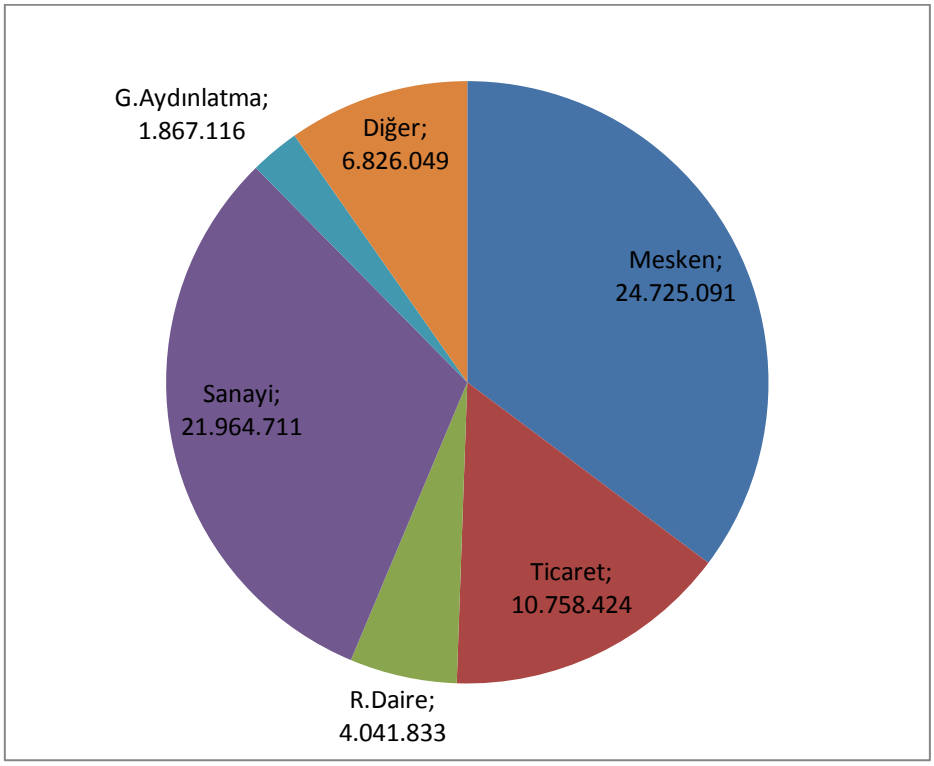
Tablo 1.Türkiye'de tüketilen enerji miktarı (TEİAŞ, 2012)

AYLAR	2011 YILI FİİLİ	2012 YILI FİİLİ
OCAK	19.724,4	21.358,6
ŞUBAT	17.790,3	20.005,1
MART	19.278,1	20.685,3
NİSAN	17.923,3	18.233,2
MAYIS	17.686,3	19.004,4
HAZİRAN	18.002,8	20.058,4
TEMMUZ	21.070,0	22.827,9
AĞUSTOS	20.673,5	21.599,8
EYLÜL	18.986,1	19.902,2
EKİM	18.934,8	18.151,0
KASIM	19.146,6	19.086,1
ARALIK	21.090,0	21.034,6
TOPLAM	230.306,3	241.946,8

Birim: Milyon kWs

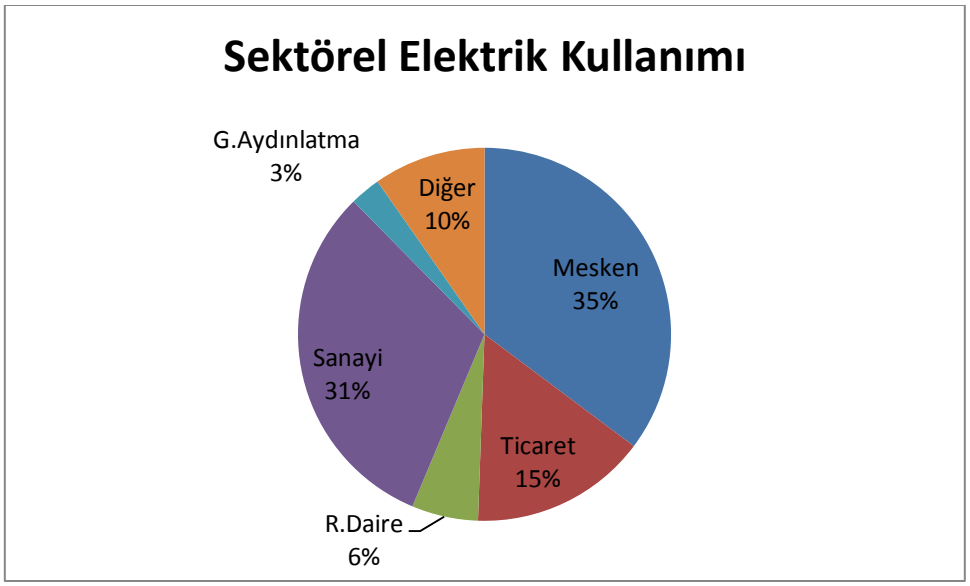
Türkiye'de 2011 yılında tüketilen elektrik enerjisinin sektörel olarak dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir. Elektrik enerjisinin 24.725.091 MWs kadarı meskenlerde, 10.758.424 MWs kadarı ticaret alanında, 4.041.833 MWs kadarı resmi dairelerde, 21.964.711 MWs kadarı

sanayide ve 1.867.116 MWs kadarı da genel aydınlatmada kullanılmıştır. Bunların dışında 6.826.049 MWs'i ise diğer kullanım olarak belirtilmektedir (TEDAŞ, 2012).



Şekil 1. 2011 yılı elektrik kullanımının sektörel dağılımı (MWh) (TEDAŞ, 2012)

Şekil 1'deki veri baz alınarak, Türkiye'de 2011 yılında tüketilen elektrik enerjisinin sektörel dağılımının yüzdelik oranı Şekil 2'de gösterilmiştir. Elektrik enerjisinin, mesken kullanımı %35,2'sine, ticaret kullanımı %15,3'üne, resmi dairelerde kullanımı %5,8'ine, sanayi kullanımı %31,3'üne, diğer kullanım ise %12,4'üne denk gelmektedir (TEDAŞ, 2012).



Şekil 2. 2011 yılı elektrik kullanımının sektörel dağılımının yüzde gösterimi (TEDAŞ, 2012)

1.3 TEZİN AMACI VE İÇERİĞİ

Yapılan bu tez çalışmasında, enerji yatırım planlarının daha isabetli yapılabilmesi için, kullanılan elektrik enerji miktarının YSA yöntemi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Antalya ili verileri kullanılarak bir YSA tahmin modeli geliştirilmiş ve bu model MATLAB programı kullanılarak çözülmüştür. Geliştirilen tahmin modeline giriş verisi olarak E, S, B, N ve P değerleri kullanılmıştır. Çalışmada 2001-2011 yılları arasındaki MGM verileri temel alınarak 108'şer adet aylık ortalama E, B, S, N ve P giriş verileri kullanılmıştır. Bu 108'şer verinin 84'er tanesi öğrenme amaçlı, kalan kısmı ise test amaçlı olarak kullanılmıştır. Giriş verileri modele E-S-B-P, E-S-N-B, E-S-N, E-B-N, E-B-S şeklinde girilmiş LM, GD, RP, GDM, GDA ve GDX olmak üzere altı adet algoritma kullanılarak, otuz adet elektrik yükü tahmin sonucu elde edilmiştir. Modelin ürettiği elektrik yük sonuçları ile ilgili kurumdan elde edilen elektrik yük sonuçları karşılaştırılmış ve OKH değerleri

hesaplanmıştır. Hesaplanan OKH değerleri SPSS programı kullanılarak ANOVA ile istatistiksel analiz yapılmıştır. Bulunan OKH değerleri ile beraber iterasyon sayısı ve çalışma süresi olmak üzere üç adet karar kriteri kullanan bir AHS modeli geliştirilmiş, geliştirilen AHS modeli ile diğer çalışmalardan farklı olarak, literatürde sıklıkla kullanılan YSA algoritmaları Antalya ili vaka çalışması üzerinden değerlendirilmiştir.

1.4 KAYNAK ARAŞTIRMASI

Günümüzde YSA kullanılarak yapılmış pek çok çalışma mevcuttur. Elektrik yük tahmini ile ilgili yapılan çalışmalarda Singh ve Singh (2001) YSA kullanarak kısa süreli yük öngörüleri yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada isabetli sonuçlar almışlardır.

Yalçınöz ve ark. (2002), YSA kullanarak Niğde'nin elektrik yük tahminini yapmışlardır. Yapılan çalışmayla 2001, 2002, 2003, 2004 yılına ait aylık elektrik yük tahminlerini önce Haraketli Orta yöntemiyle, daha sonrada YSA yaklaşımı ile gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmayla dört girişli ve tek çıkışlı ağın en uygun ağ olduğuna karar vermişlerdir.

Hamzaçebi ve Kutay (2004), Türkiye'de tüketilen elektrik enerjisinin tahminini yapmışlardır. Çalışmada 2010 yılına kadar elektrik yükü tahmini yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmada YSA'nın diğer metotlarla karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmalarda YSA'nın diğer metotlara göre iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Ceylan ve Demirören (2004), YSA'yı kullanarak Ankara Gölbaşı'nın elektrik yük tahminini yapmışlardır. Bu çalışmada saatlik sonuçlar alınmıştır. Çalışmada regresyon ile YSA kullanılmış, sonuçları karşılaştırılmış ve YSA sonuçlarının daha üstün olduğu ortaya çıkmıştır fakat regresyon analizinin daha hızlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Koç ve ark. (2004), yaptıkları çalışma ile Mersin limanının dalgakıranını incelemişlerdir. Bu çalışmayı yaparken YSA kullanmışlardır.

Cavallaro (2005), elektrik yük analizi yapmıştır. Bu çalışmayı YSA kullanarak yapmış ve iklim koşullarını da göz önünde bulundurmuştur. Hata oranı, öğrenim yapılırken % 2 seviyesinde, test uygulamasında % 2,6 oranında çıkmıştır.

Aslan ve ark. (2006), YSA'yı kullanarak Kütahya ilinin tükettiği ve tüketeceği elektrik enerjisini tahmin etmişlerdir. Yapılan çalışmayla 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 yılları arası enerji tahminleri yapılmıştır. 2005 yılı gerçek değer ile tahmini değer karşılaştırılmış ve Ocak ayında %0,5, Eylül ayında %0,95 hata oranı tespit etmişlerdir.

Saray ve ark. (2011) rüzgâr tahmininde bulunmak için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada Amasya ilinin verilerini kullanmışlardır. Amasya ilinin Haziran, Temmuz, Ağustos ayı rüzgâr tahmin değerleri ile gerçek değerler arasındaki OKH değerleri ve ortalama hata oranı (OHO) değerlerini tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya göre Haziran ayı OKH değeri 0,0638 ve OHO değeri 0,0041, Temmuz ayı OKH değeri 0,0395 ve OHO değeri 0,0016, Ağustos ayı OKH değeri 0,0167 ve OHO değeri 0,0003 olarak bulunmuştur.

Bu çalışma önceki çalışmalardan farklı olarak literatüre aşağıdaki açılardan katkı yapmaktadır:

- Daha önceki çalışmalarda (Saray, 2012);(Saray ve ark., 2011) en fazla üç algoritma kullanılmış olmasına rağmen, çalışmamızda LM, RP, GD, GDM, GDX, GDA olmak üzere altı adet algoritma kullanılmıştır.

- Daha önceki çalışmalarda modele giriş verileri ikişer gruplar halinde sokulurken, (Saray, 2012) çalışmamızda modele giriş verileri 2'şer, 3'er ve 4'er gruplar halinde girilmiştir.

- Elektrik yüküne etki eden meteorolojik olaylar (S, B, N) YSA kullanılarak ilk kez bu kadar kapsamlı ele alınmıştır.

- Ayrıca oluşturulan modele P verileri girilerek nüfusun elektrik tüketimine, meteorolojik olaylardan daha fazla etkisinin olduğu görülmüştür.

- Literatürdeki çalışmalara baktığımız zaman, algoritmalar diğer çalışmalardan farklı olarak AHS kullanılarak karşılaştırılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1 ELEKTRİK VE PARAMETRELER

Teknolojinin hızla ilerlediği, insanların hayatlarını kaliteli düzeyde sürdürebilmesi açısından ihtiyaç duyulan enerjilere baktığımızda en ihtiyaç duyulan enerji şüphesiz elektrik enerjisidir. Elektrik enerjisi sağlıkta, eğitimde, yaşamsal alanda, sanayi ve endüstride kullanılmaktadır. Kinetik enerji elektrik enerjisine çevrilince elektrik oluşur. Bu çevrim beraberinde elektriği ve ısıyı da meydana getirir. Elektrikte kullanılan parametrelere bakacak olursak; elektrik geriliminin ölçü birimi volt (V)'dur. Elektrik akım birimi amperdir. Elektrik güç birimi Watt (W)'tır. Elektrik akımı direnç birimi ise Ohm (Ω) dur.

$$V = I\ x\ R \tag{1}$$

Ohm Kanunu Denklem 1'de gösterilmiştir. Buradaki V voltajı, I akımı ve R ise direnci ifade etmektedir. Kısaca anlatmak gerekirse elektrik voltajını bulmak için akım ile direnci çarparız.

$$P = Vx\ I \tag{2}$$

$$P = I^2 x\ R \tag{3}$$

Güç hesabı yapılırken ise Denklem 2'de görüldüğü gibi voltaj ve akım çarpılır, Watt birimli güç ortaya çıkar.

Denklem 2'deki *V* yerine, Denklem 1' deki değeri yazacak olursak, Denklem 3 ortaya çıkar ki burada akım değeri ve direnç biliniyorsa güç hesabı yapılabileceği anlamına gelir.

Bir yerleşim biriminin elektrik yükü hesabı yapılırken, ortamda bulunan cihazların ve elektrik ile çalışan bütün aletlerin maksimum çektikleri güç miktarı hesaplanır. Diğer bir yöntem ise cihazların çektikleri akım miktarı ile şehir voltajı (220 V) çarpılarak, çektikleri güç miktarı bulunur. Bulunan değer, ilin ya da yerleşim yerinin toplam elektrik gücünü verir. Bir ilin toplam tüketilen elektrik yükünü bulmak için ise o ildeki bütün mesken, sanayi, sokak aydınlatmaları ve halkın kullandığı bütün ortak yerlerin güç miktarı toplanır.

Örneğin Tablo 2'de bir evde televizyon, ütü, çamaşır makinesi, buzdolabı, lambalar, bulaşık makinesi, su ısıtıcısı vb. gibi elektrikle çalışan cihazların harcadığı toplam elektrik tüketimi 5,2 kWh' tır.

Tablo 2.Bir meskende kurulu güç miktarının yaklaşık değerleri

Cihaz	Güç
Çamaşır Makinesi	300 W
Buzdolabı	300 W
Televizyon	300 W
Ütü	1000 W
Bulaşık makinesi	300 W
Aydınlatma ve prizler	2000 W
Su ısıtıcısı	1000 W
Toplam güç	**5200 W**

Sanayi kuruluşları ve endüstri de ise ortalama olarak kurulu güç miktarı 100 kW dolaylarındadır. Bununla beraber halkın kullandığı kamuya ait alanlarda tüketilen enerji miktarı da hesaplanır. Toplam elektrik enerji miktarına ulaşmak için bütün bulunan değerler toplanır ve ortaya çıkan miktar o ilin tüketilen enerji miktarını verir.

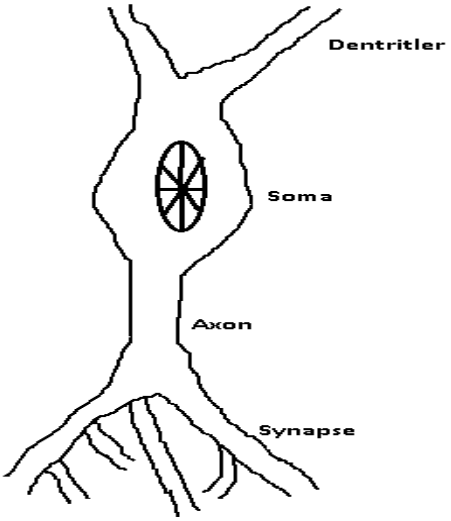
2.2 YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA)

YSA, fizyolojik olarak canlıların beyin ve sinir sistemlerini örnek alıp, bunların çalışma prensibini bilgisayarlara uyarlayarak çözülemeyen karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan sistemlerdir (Öztemel, 2012).

İnsanların nöroloji bilimine duydukları merak beraberinde bu öğretilerin bilgisayara uygulanabileceğini doğurmuş ve YSA ortaya çıkmıştır. Yapay zekâya olan merak 1950'li yıllarda artmış ve ADALİNE ve Windrow öğrenme algoritması geliştirilmiştir (Öztemel, 2012). Daha sonra 1972 yılında elektrik mühendisi Kohanen (1972) ve nöroloji üzerine çalışan Anderson (1972) yaptıkları çalışma ile YSA'nın gelişmesini ve bugünlere gelmesini sağlamıştır (Öztemel, 2012).

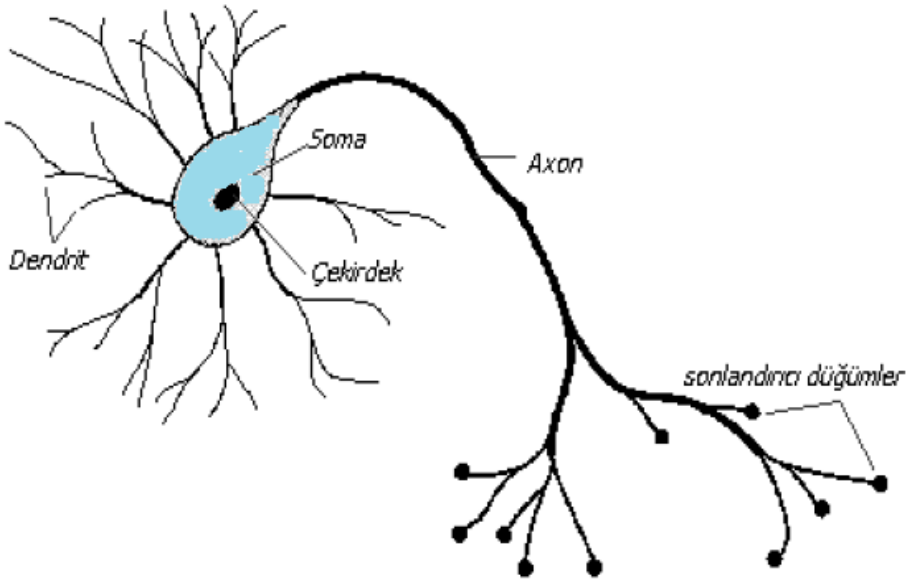
YSA, matematiksel model olarak bilgisayarlar aracılığıyla uygulanmaktadır. Fizyolojik yapı uygulama hızı göz önünde bulundurulduğunda, hala bilgisayarlar çok yavaş kalmaktadır. Yine de bütün bu sistemler başlangıç olarak çok iyi denebilecek düzeydedir (Saray, 2012).

Biyolojik sinir ağlarının ana işlem elamanı nörondur. Ana işlem elemanı olan nöron, başka kaynaklardan girdiler alır ve onları birleştirerek doğrusal olmayan sonuçlar elde eder. Basit bir nöronun yapısı Şekil 3'de gösterilmiştir (Anderson ve McNeill, 1992).



Şekil 3. Basit nöron yapısı (Anderson ve McNeill, 1992)

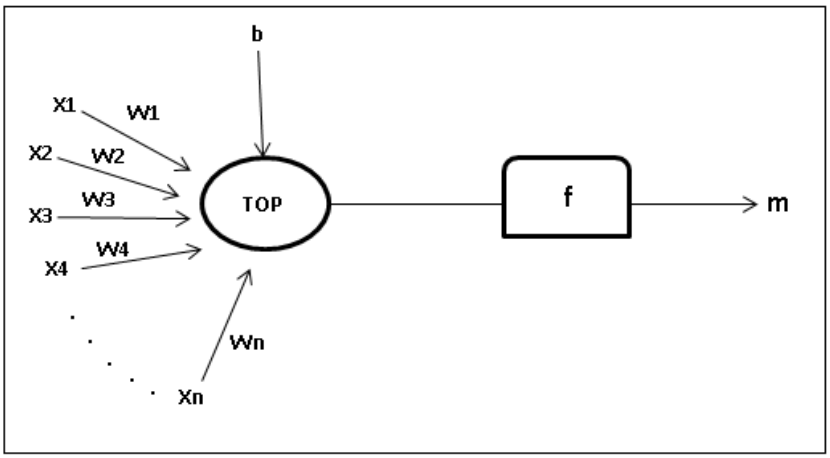
Biyolojik sinir yapısında axon, dentritler ve somalar bulunmaktadır. Giriş verileri, dentrit denilen uçlardan çekirdek diye adlandırılan somaya doğru iletilir. Burada işlendikten sonra axon denilen yapıdan geçerek çıkışa iletilir. Basit bir sinir hücresi Şekil 4'te gösterilmiştir (Saray, 2012).



Şekil 4. Sinir hücresi (Saray, 2012)

2.2.1 Yapay Sinir Ağı Hücresi

Şekil 5'te gösterildiği üzere YSA'da, en küçük yapı olan sinir ağı hücresinde giriş verileri (X_n), ağırlıklar (W_n), toplama fonksiyonu (*TOP*), aktivasyon fonksiyonu eşik değeri (b), aktivasyon fonksiyonu (f) ve çıkış değeri (m)'dir(Kalogirou, 1999; Aslan ve ark., 2006; Saray ve ark. , 2011).



Şekil 5. Temel YSA hücresi (Kalogirou, 1999; Aslan ve ark., 2006; Saray ve ark., 2011)

Tablo 3'te biyolojik sinir sisteminin ile yapay sinir sistemindeki karşılığı gösterilmiştir.

Tablo 3.Biyolojik sistem ile yapay sistemin eşdeğeri (Öztemel, 2012)

BİYOLOJİK SİNİR SİSTEM	YAPAY SİNİR SİSTEMİ
Nöron	Bilgisayar sistemi
Dentrit	Girişlerin toplandığı alan
Hücre gövdesi	YSA'da değerlerin atandığı alan
Aksonlar	YSA'nın çıkışları
Sinapslar	YSA'de atanan değerler
İmpulslar	Giriş verileri

2.2.2 YSA'nın Genel Özellikleri ve Amaçları

YSA biyolojik sinir sistemini taklit eder. YSA'nın genel özelliklerine bakacak olursak, bilgisayarların kullanılması ve öğrenimin bilgisayarlar aracılığı ile yapılmasıdır. YSA, öğrenim işlevini geçmişteki örneklerine göre yapar. Test işleminin mutlaka yapılması gerekmektedir. YSA'nın en önemli özelliği, öğrenim sırasında eksik veri olmasının sorun teşkil etmemesidir. Öyle ki eksik olan veriler elde bulunan önceki veriler baz alınarak tahmin edilmektedir. Normal matematik işlemi ve yazılım ile kolayca sonuca ulaşılamayan örneklerde YSA ile sonuca kolaylıkla ulaşılabilmektedir (Öztemel, 2012). YSA'nın genel özellikleri ve temel teorik kullanım alanları aşağıda gösterilmiştir (Öztemel, 2012).

Tablo 4.YSA teorik kullanım alanları (Öztemel, 2012)

Tahmin yapmak
Sinyal işleme
Öğrenme
Kontrol sistemleri
İlişkilendirme yapma
Sıralama ve sınıflandırma
Genelleme yapmak
Özellik belirlemek
Optimal değer bulmak
Doğrusal değer bulmak
Doğrusal olmayan değerleri bulmak

Pratik uygulamada ise YSA ülkemizde ve dünyada, birçok alanda ve sanayide kullanılmaktadır. Aşağıda YSA'nın uygulama alanlarına yönelik bazı örnekler verilmiştir (Öztemel, 2012).

- Robotik ve yörünge belirleme
- Sağlık ve hastalıkların tespit edilmesi
- Otomotivde kullanılan yedek parçaların ne kadar kullanılabileceği
- Eğlence ve sanayide üretilen malzemelerin planlanması
- Kurumsal şirketlerin yenilikçi yöntemleri
- Savunma ve güvenlik şirketlerinde sıklıkla kullanılan materyallerin oluşturulması
- Finans sektöründe müşteri tespiti ve uygulamaları
- Taret sistemlerinin oluşturulması
- İş planlama ve iş yoğunluğu hesaplamaları
- Elektronik sistemlerde gürültü filtreleme
- Üretilen malzemelerin takibi
- Enerji tahminleri
- Lojistik malzemelerin tespiti
- Telefon, haberleşme ve iletişim
- Tıbbi teşhis koyma

2.2.3 YSA'nın Avantaj ve Dezavantajları

YSA'yı diğer algoritmalardan ayıran birçok özellik vardır. Bunlardan bazıları öğrenilen verilerin saklanması, geçmiş ya da mevcut verilerin ağa gösterilerek ağın eğitilmesinin sağlanması, ağa ayrı bir veri grubunun gösterilmesi ve bu yeni veri grubu baz alınarak tahmin yapılması, eksik ya da hatalı verilerle dahi çalışmaya imkan vermesidir. YSA'nın avantajları ve dezavantajları aşağıda Tablo 5'te özetlenmiştir (Öztemel, 2012).

Tablo 5.YSA'nın avantajları ve dezavantajları (Öztemel, 2012)

YSA'NIN AVANTAJLARI	YSA'NIN DEZAVANTAJLARI
Karmaşık problemlerin çözülebilmesi	Model oluşturmada standart olmaması
Öğrenilen verilerin saklanması	Ağın öğreniminin zor olması
Cihazların eğitilmesi	Karmaşık modellerde bilgisayar desteğine ihtiyaç duyması
Ağın tek başına öğrenme yapabilmesi	Verilerin sayısal değerler olması zorunluluğu
Farklı bir veri grubu kullanılarak tahmin yapabilmesi	Öğrenimin ne zaman biteceğinin kesin olmaması
Hatalı ya da eksik verilerle çalışmaya imkan vermesi	Mükemmel sonuçlar elde edilememe olasılığı

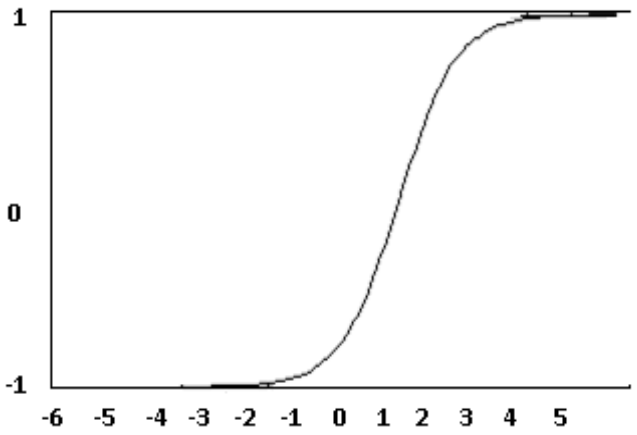
2.2.4 Aktivasyon Fonksiyonları

YSA'da çıkış verisi elde etmek için girilen verinin belirli fonksiyonlar aracılığı ile çözüme kavuşturulması gerekmektedir. Bu çözümü yapacak olan fonksiyonun adı aktivasyon fonksiyonudur. Aktivasyon fonksiyonları çeşitli formüllerden oluşmaktadır ve her ağın ya da her problemin aktivasyon fonksiyonu farklı olabilmektedir. Tasarlanan YSA modeline göre çeşitli aktivasyon fonksiyonları kullanılmaktadır. Aktivasyon fonksiyonlarından

bazıları, sigmoid aktivasyon fonksiyonu, eşik değer aktivasyon fonksiyonu, sinüs fonksiyonu, doğrusal ve doyumlu doğrusal aktivasyon fonksiyonudur. En çok kullanılan aktivasyon fonksiyonu çeşidi sigmoid aktivasyon fonksiyonudur. Bu fonksiyon Denklem 4'te gösterilmektedir (Öztemel, 2012).

$$f(girdi) = \frac{1}{1+e^{-girdi}} \tag{4}$$

Sigmoid aktivasyon fonksiyonun grafiği Şekil 6'da gösterilmiştir. Bu denklemin girdisi, fonksiyonun giriş verileridir (Öztemel, 2012).



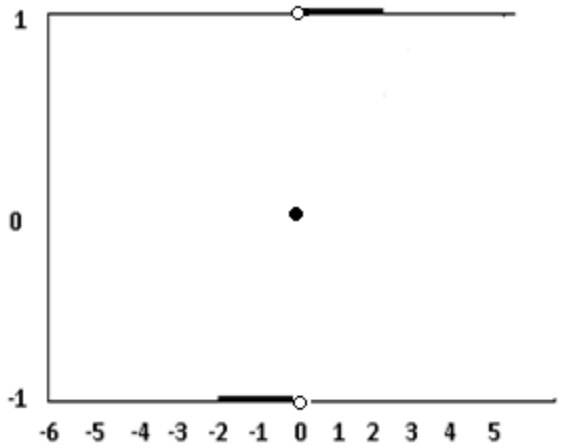
Şekil 6. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu (Öztemel, 2012)

Denklem 5'te görülen denklem eşik aktivasyon fonksiyonun denklemidir. Bu denklemde *m* eşik aktivasyon fonksiyonun sonucu, l ise input değeridir (Öztemel, 2012).

$$m = \begin{Bmatrix} 1 & l > 0 \\ 0 & l = 0 \\ -1 & l < 0 \end{Bmatrix} \tag{5}$$

Şekil 7'de grafiğini gördüğümüz eşik aktivasyon fonksiyonunda eğer giriş değeri sıfırdan büyükse +1, sıfırdan küçükse, sıfır sonucu elde edilir. Eşik değer fonksiyonunda -1 ile +1

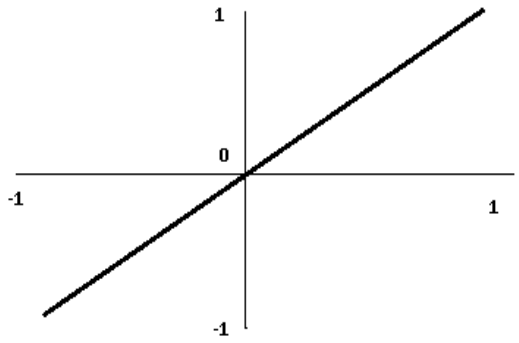
arasında değer baz alındığında giriş değeri sıfırdan küçükse -1, sıfır ise, sıfır sonucu ve eğer sıfırdan büyükse +1 sonucunu verir (Hamzaçebi, 2011; Saray, 2012).



Şekil 7. Eşik aktivasyon fonksiyonu (Hamzaçebi, 2011; Saray, 2012)

$$f(girdi) = girdi \tag{6}$$

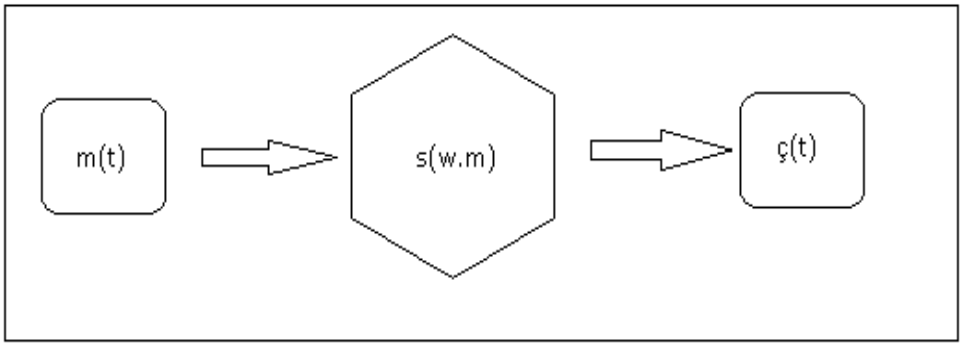
Denklem 6 doğrusal aktivasyon fonksiyonunu göstermektedir. Doğrusal fonksiyon lineer bir sorunu çözüme kavuşturmak için kullanılır. Doğrusal aktivasyon fonksiyonun YSA uygulanmasında giriş değeri modele verilir ve doğrudan sonuç olarak alınır. Şekil 8'de doğrusal aktivasyon fonksiyonunun şekilsel gösterimi bulunmaktadır (Hamzaçebi, 2011; Saray, 2012).



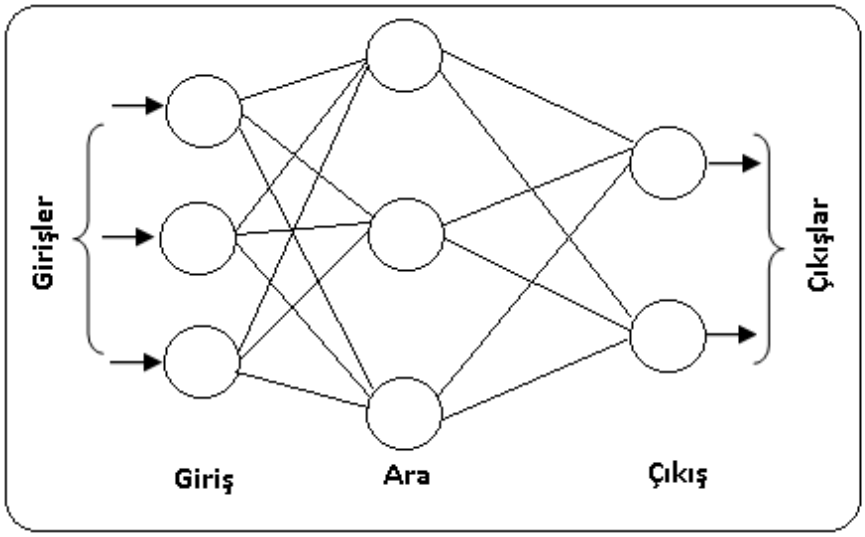
Şekil 8. Doğrusal aktivasyon fonksiyonu (Hamzaçebi, 2011; Saray, 2012)

2.2.5 YSA Modelleri

YSA'nın sektörel ya da teorik uygulamalarında, ileri ve geri beslemeli ağ olmak üzere sıklıkla iki tip model kullanılmıştır. Kullanılan bu modeller Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11'de gösterilmiştir (Öztemel, 2012).

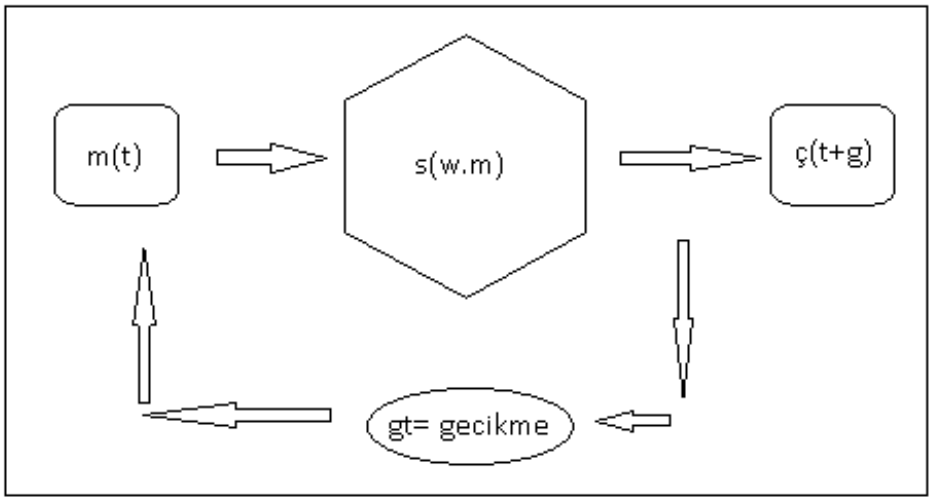


Şekil 9. İleri beslemeli ağ modeli (Hamzaçebi, 2011; Saray, 2012)



Şekil 10. İleri beslemeli çok katmanlı sinir ağı (Saray, 2012)

İleri beslemeli ağ modelinde giriş verileri, ağırlıklar belirlenerek çıkışı oluştururlar. Geri dönüşümleri bulunmamaktadır. Modelde veriler sapma olmadan çıkışa yönelirler ve her güncellemede farklı ağırlıklar elde edilir. Bekleme ve rötar olmadığından çıkış için geçen zamana bekleme zamanı eklenmez (Hamzaçebi, 2011; Saray, 2012).



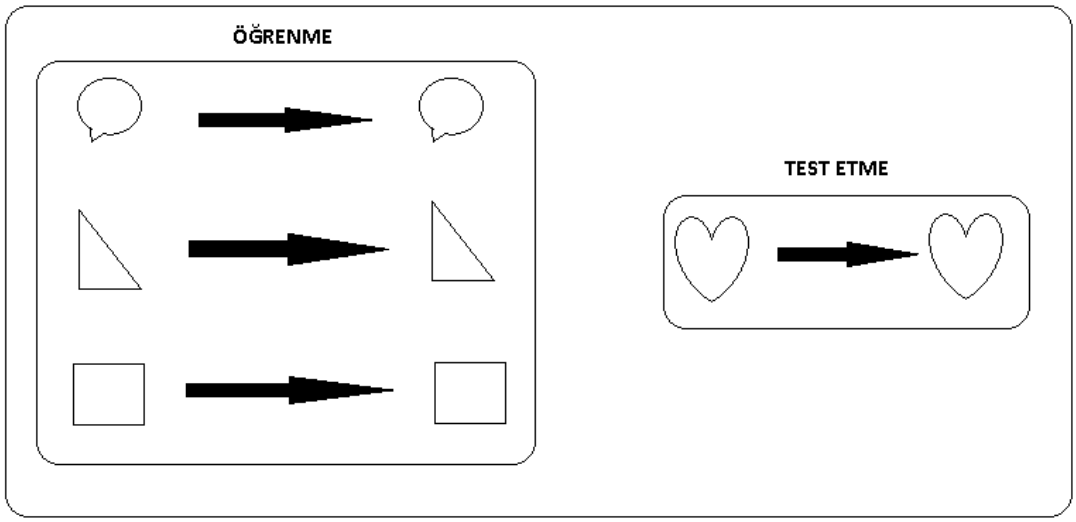
Şekil 11. Geri beslemeli ağ modeli (Hamzeçebi, 2011; Saray, 2012)

Şekil 11'da gösterilen modelde ise geri beslemeli ağ modeli örneği bulunmaktadır. Bu model de, ileri beslemeli ağ modeline benzemektedir. Giriş için verilen veriler çıkışa doğru hareket etmekte ve bu duruma göre ağırlıklar bulunmaktadır. Bu ağlarda çıkışa ulaşıldıktan sonra tekrar geriye dönülerek eski veriler güncellenir ve bu bekleme süresi olarak çıkış süresine eklenir (Hamzaçebi, 2011; Saray, 2012).

2.2.6 YSA'nın Eğitilmesi

YSA'da belirlenen modele göre ağın eğitilmesi yapılmaktadır. Biyolojik sinir hücresinde öğrenim, öğrenme yolu ile olmaktadır. İnsanların bilmediği bir nesneyi ya da bir davranışı öğrenmesi o nesneyi ya da davranışın insana belirli zamanlarla gösterilmesi ile olmaktadır.

YSA'da da eğitilme işlemi, insanların öğrenmesine benzemektedir. Ağ modeline giriş verileri girilerek ağın belirli ağırlıklar elde etmesi sağlanır ve bu ağırlıklara göre döngüler yaparak en ideal sonuca ulaşılır. Ağın bu yaptığı döngü sonucunda en iyi tahmin değerini elde etmesinin ardından ağırlıklar sabitlenir (Saray, 2012).



Şekil 12. Öğrenme ve test etme şematik gösterimi (Öztemel, 2012)

YSA'nın eğitilme aşaması Şekil 12'de de gösterilmiştir. Öğrenme aşamasında önce ağa veriler tanıtılır ve ağın eğitilmesi sağlanır. Ağın öğrenimi tamamlandıktan sonra belirli döngülere ulaştığı ağırlıkları kullanarak farklı bir nesne ya da bilgi sorulur. Bu da test aşamasını oluşturur (Öztemel, 2012).

2.2.7 YSA'da Öğrenme Algoritmaları

YSA'nın sektörel ve teorik uygulanmaları sırasında birçok algoritma geliştirilmiş ve bu algoritmalar kullanılarak çok çeşitli uygulamalar yapılmıştır. YSA'da başlıca kullanılan öğrenme şekilleri şunlardır;

- Öğretmenli öğrenme
- Destekleyici öğrenme
- Öğretmensiz öğrenme (Öztemel, 2012)

Öğretmenli öğrenmede, bir öğretmen vardır. Bu öğretmen, ağ modeline hem giriş verilerini hem de bu giriş verileri için çıkış verilerini gösterir ve böylece bu giriş verileri ile çıkış verileri arasındaki ilişkinin kurulmasını ister (Saray, 2012).

Destekleyici öğrenmede ise öğretmenli öğrenme gibi sisteme bir eğitmen yardımcı olmaktadır. Giriş verilerinin ağa verilmesinden itibaren çıkış verileri alındığında eğitmen sonuçların hata oranına göre alarm vermektedir. Lineer Vektör Quantization modeli (LVQ) bu öğrenme şekline verilebilecek bir örnektir (Saray, 2012).

Öğretmensiz öğrenmede ise giriş ve çıkış ilişkisi arasında herhangi bir öğretmen bulunmamaktadır. Giriş verileri ağa verildikten sonra ağ kendiliğinden çıkış verilerini verir. Ağın aradaki aritmetik ya da cebirsel ilişkiyi öğrenmesi herhangi bir yardımcıdan yardım almadan olur. Adaptif Rezonans Teorisi modeli (ART) bu öğrenme şekline uygun bir modeldir (Saray, 2012).

Yapılan bu çalışmada aşağıda bulunan altı adet algoritma kullanılarak, öğretmenli öğrenme şekli baz alınmıştır.

Bu algoritmalar;

- LM algoritması
- RP algoritması

- GD algoritması
- GDM algoritması
- GDX algoritması
- GDA algoritması

2.2.7.1 LM Algoritması

Algoritmaların içerisinde en fazla kullanılan algoritma, LM algoritmasıdır. LM algoritması, lineer olmayan ve gerçek değer içermeyen problemlerde uygulanabilmektedir. LM algoritması tekrar ederek sonuca ulaşır (Lourakis ve ark. , 2004). LM algoritmasının formülü Denklem 7 ve 8'de gösterilmiştir (Saray, 2012). Bu denklemde Hessian matrisi kullanılmıştır. Matrisin tersi ile eğim çarpılarak ∇m bulunmuştur(Saray, 2012).

$$\nabla m = -[\nabla^2 E(m)]^{-1} \nabla E(m) \tag{7}$$

$\nabla^2 E(m)$= Hessian matrisi

$\nabla E(m)$ = Eğim

$$\mathrm{E}(m) = \sum_{i,j=1}^{P} e_{i,j}^2 (m) \tag{8}$$

Problemlerin çözümünde kullanılan LM algoritması sonuca kolay ulaşması bakımından kullanışlıdır. Ancak bilgisayar hafızasında çok miktarda yer kaplamaktadır (Saray, 2012).

2.2.7.2 RP Algoritması

YSA'da oluşturulan model çözümlerinde kullanılan algoritmaların arasında yaygın olarak kullanılan algoritmalardan bir tanesi olan RP algoritmasının Türkçe çevirisi esnek yayılım algoritmasıdır. Esnek yayılım algoritmasında amaç yapılan iterasyonlarda bulunan ağırlıkların türevlerinin olumsuz durumlarını etkisiz hale getirmektir (Saray, 2012; Al Naima ve Al Timemy, 2010).

2.2.7.3 GD Algoritması

YSA ile problem çözümlerinde kullanılan algoritmalardan bir tanesidir. Dikey iniş algoritması olarak da adlandırılır. Bu algoritmada ağırlıklar negatif değerin olasılık sapmalarının karesinin alınması ile bulunur. GD algoritmasının formülü Denklem 9'da gösterilmiştir (Saray, 2012; Timothy ve ark., 1992).

$$\mathrm{J}(m) = \frac{1}{2} e^{N^T}(m) e^{N}(m) \tag{9}$$

$e^{N}(m)$= Olasılık sapması

N= İterasyon sayısı

J(m)=Ağırlık değeri

2.2.7.4 GDM Algoritması

Gradyan iniş ivme algoritması, ikinci dereceden fonksiyonlar ile bunlara gelen farklı yaklaşımdaki problemlerin çözümünde kullanılır (Qian, 1999; Torii ve Hagan, 2002; Memmedli ve Taş, 2007).

$$m_{t+1} = [(1+\mu)E - (1-\mu)\eta H]m_t - \mu m_{t-1} + (1-\mu)\eta c \tag{10}$$

(Qian, 1999; Memmedli ve Taş, 2007).

m= nöron değeri

t= zaman

μ= itarasyon öncesi değeri

η=Öğrenme oranı

H= Otonormal özvektörel

Denklem 10'u biraz düzenlersek, $M^{l}=Q^{T}$ *M ve* $H=QLQ^{T}$ olarak karşımıza çıkar. Ayrıca $QQ^{T}=E$ olduğuna göre;

$$m'_{t+1} = [(1+\mu)E - (1-\mu)\eta L]m'_{t} - \mu m'_{t-1} + (1-\mu)\eta c' \quad (11)$$

(Qian, 1999; Memmedli ve Taş, 2007). Denklem 10 ve 11'de gösterilen formüller GDM algoritmasının temelini oluşturan ve Denklem 10 da gösterilen formülün türevi alınarak Denklem 11 ortaya çıkmıştır. Bu türev ikinci dereceden hata oranlarının çözümünde kullanılmaktadır (Qian, 1999; Memmedli ve Taş, 2007).

2.2.7.5 GDA Algoritması

Uyarlamalı gradyan iniş algoritması, algoritma kazancını ve her düğüm için atanan sabit değerini uyarlamalı olarak değiştiren bir algoritmadır (Rehman ve Nawi, 2011). Denklem 12'de gösterildiği üzere ;

$$W = \frac{1}{2}\sum_{l=1}^{m}(a_l - y_l(r_2)^2 \quad (12)$$

(Rehman ve Nawi, 2011). Denklem nöron çıkış değerini verir, hatayı en aza indirmek için uygulanır.m çıkış katmanındaki çıkış düğümlerinin sayısını, y_1 *a*ğ çıkış değerini, a_1 istenilen çıkış değerini, *W ise* nöron değerini gösterir (Rehman ve Nawi, 2011).

2.2.7.6 GDX Algoritması

Uyarlamalı öğrenme oranı ve ivme ile gradyan iniş algoritması olarak açıklanabilir. Büyük veriler ile çalışabilir. Güneş sistemi, dünya sistemi ve galaksiler üzerinde gerçek değerlerle işlem yapabilir (Asuncion ve Newman, 2007; Memmedli ve Taş, 2007).

2.3 NORMALİZASYON

Normalizasyon YSA'da, bütün değerlerin aynı yelpazede olması ayrıca hesaplayıcıyı çok fazla yormama ve hesaplama sürecinin kısaltılması amacıyla kullanılır. Giriş verilerinin minimum seviyede olması ve daha kolay işleme tabi olması süreci hızlandırır. Bu işlemin formülü Denklem 13' de gösterilmiştir (Saray, 2012).

$$\beta n = \left(\frac{\beta - \beta min}{\beta max - \beta min}\right) * 0{,}8 + 0{,}1 \quad (13)$$

$\beta n =$ Normalizasyon uygulanmış değer

$\beta =$ Gerçek değer

$\beta min =$ Değerler arasından en küçük olanı

$\beta max =$ Değerler arasında en büyük olanı

Uygulama sonucunda çıkış verileri de normalizasyon işlemi uygulanmış şekilde elde edilir. Bu verileri normal verilere çevirmek için denormalizasyon işlemi uygulanır. Denormalizasyon işlemi için gerekli olan formül Denklem 14'de gösterilmiştir (Saray, 2012).

$$\beta = \left(\frac{\beta max - \beta min}{0{,}8}\right) * (\beta n - 0{,}1) + \beta max \quad (14)$$

$\beta n =$ Normalizasyon uygulanmış çıkış değeri

$\beta \quad =$ Gerçek Değer

$\beta min =$ Değerler arasından en küçük olanı

$\beta max =$ Değerler arasından en büyük olanı

2.4 ANALİTİK HİYERARŞİ SÜREÇ (AHS)

Bu çalışmada MATLAB ortamında bir YSA modeli oluşturulmuş ve elektrik yük tahmini yapılmıştır. Elektrik yük tahmininde kullanılan YSA algoritmalarını; OKH değeri, iterasyon sayısı ve çalışma süresi gibi farklı kriterler bakımından değerlendirmeye tabi tutmak ve algoritmaları kendi aralarında sıralama yapabilmek için bir çok-kriterli karar verme yöntemi olan AHS'den yararlanılmıştır.

AHS, hiyerarşik bir karar verme sürecidir. Birçok alternatifi kendi aralarında sıralamada, grup içi karar vermede, uyuşmazlık çözümlerinde, ekonomik, politik, teknik, sosyal ve çevresel faktörleri içeren kararların alınmasında AHS yöntemi kullanılabilmektedir.

AHS'de;

- Hedef: Ulaşılmak istenen amaç
- Kriter: Alternatifleri hedefe yönelik değerlendirmede kullanılan karar kriterleri
- Alt kriter: Alternatifleri hedefe yönelik değerlendirmede kullanılan alt karar kriterleri
- Alternatifler: Elimizde bulunan farklı çözüm seçeneklerini göstermektedir.

Saaty (1995) tarafından geliştirilen AHS yönteminin adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

i. Amaç ya da hedefin belirlenmesi
ii. Ana karar kriterleri ve alt kriterlerinin oluşturulması
iii. Alternatiflerin belirlenmesi
iv. Hiyerarşik yapıda AHS modelinin geliştirilmesi

v. Kriterlerin ve alt kriterlerin kendi arasında değerlendirilmesi

vi. Kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi

vii. İkili değerlendirilmelerde tutarsızlık oranının 0,1'in altında tutulması

viii. Modelin sentezlenmesi ile alternatiflerin belirlenen kriterlere ve alt kriterlere göre önceliklendirilmesi

ix. Duyarlılık analizinin yapılması

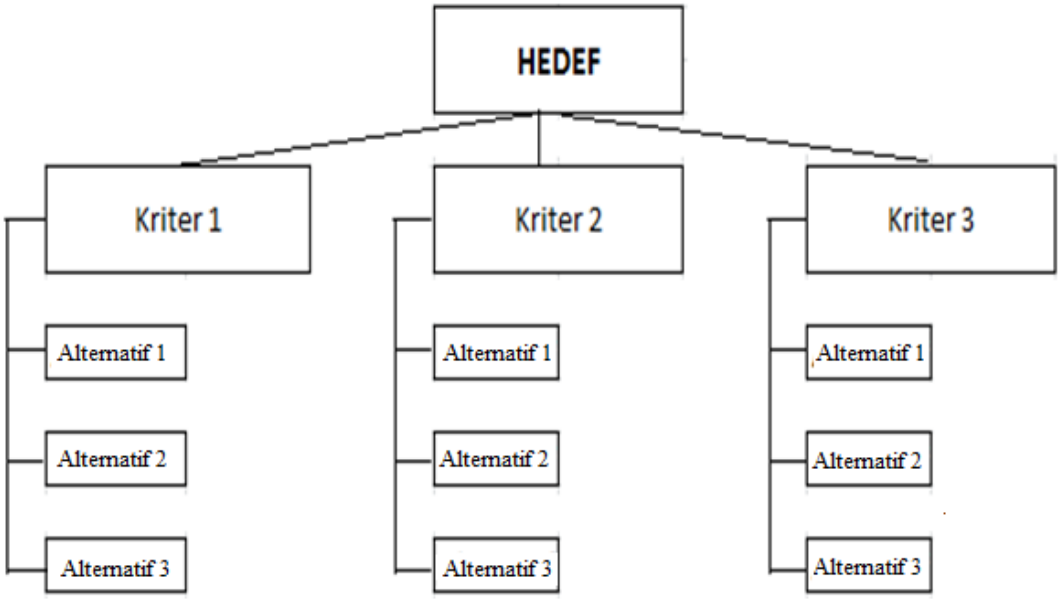
AHS'de kriterlerin kendi aralarında değerlendirilmesi ve kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi aşamasında (ikili değerlendirmeler) Tablo 6'daki standart tercih tablosu kullanılmaktadır (Saaty, 1995; Güngör ve Biberci, 2011; Baltalar, 2013).

Tablo 6. Standart Tercih Tablosu (Saaty, 1995; Güngör ve Biberci, 2011; Baltalar, 2013)

ÖNEM SAYILARI	SAYILARIN AÇIKLAMALARI
1	Karşılaştırılan model elemanları aynı önemde ise
3	Bir model elemanı diğerine göre biraz daha önemli ise
5	Bir model elemanı diğerine göre önemli ise
7	Bir model elemanı diğerine göre çok önemli ise
9	Bir model elemanı diğerine göre çok çok önemli ise
2, 4, 6, 8	Model elemanları arasında önemlerin ara değerleri

Tipik bir AHS modelinin hiyerarşik yapısı Şekil 13'te gösterilmiştir. Şekli incelediğimizde, ilk olarak hedef, şekilde en üstte yer almaktadır. Orta kısımda hedefe ulaşabilmek için kriterler (Kriter 1, Kriter 2, Kriter 3) bulunmaktadır. En alt kısımda ise alternatifler

bulunmaktadır. Alternatifler (Alternatif 1, Alternatif 2) kriterler ve alt kriterlere göre değerlendirilerek önceliklendirilir.



Şekil 13. AHS hiyerarşik model yapısı

Bu çalışmada kullanılan SüperDecisions (2013) programı, AHS ve AHS'nin genelleşmiş şekli olan analitik ağ süreci (AAS) uygulamaları için geliştirilmiş bir programdır. Program akademik amaçlı kullanım için ücretsiz olup, karmaşık AHS ve AAS modellerinin hızlı bir şekilde sentezlenmesine imkân vermektedir. Oluşturulan AHS modelinin sentezlenmesi sırasında SuperDecisions programı kullanılmasının nedeni, kullanımının kolay ve hızlı olmasıdır. Ayrıca SuperDecision programı bu tür sıralama vakalarında hızlı ve tutarlı sonuç vermesi bakımından tercih edilmiştir.

2.5 OKH DEĞERİ HESAPLAMA

Oluşturulan YSA modelinde kullanılan algoritmalardan alınan sonuçlar, model tahmin değerleridir. Model tahmin değerleri elde edildikten sonra, MGM ve TEİAŞ'tan alınan değerler ile karşılaştırılarak, aralarındaki değer farkları OKH değeri hesaplanarak bulunur.

OKH değeri, modelin tahmin olarak bulduğu değerin, gerçek değere ne kadar yakın olduğunu gösterir. OKH değeri, Denklem 15 'deki formül ile hesaplanır. Gösterilen formülde V_g kurumlardan alınan gerçek değerleri, V_t değeri modelin tahmin değerlerini ve T ise zamanı gösterir. Bu iki değerin farkları alınarak karesi hesaplanır ve karekök içerisinde sonuç bulunur (Saray, 2012).

$$OKH = \sqrt{\frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(V_g - V_t)^2} \quad (15)$$

V_g = Gerçek değer

V_t =Tahmini değer

Z = Zaman

3. UYGULAMA

3.1 YAPILAN ÇALIŞMA

Bu çalışmada, Antalya iline ait aylık ortalama veriler ile oluşturulan YSA modeli MATLAB programı YSA araç kutusu ile geri beslemeli 3 katmalı bir ağ olarak tasarlanmış ve çözülmüştür. Modelde kullanılan giriş verileri TÜİK, MGM ve TEİAŞ'tan alınmıştır. Alınan bu veriler 2001-2011 yılları arasındaki aylık ortalama E, S, N, B ve P değerlerini kapsamaktadır. Modelde E-S-B-P, E-S-N-B, E-S-N, E-B-N, E-B-S kombinasyonu ile oluşturulan giriş verileri kullanılmış olup LM, GD, RP, GDM, GDA ve GDX algoritmaları yardımıyla otuz adet tahmin değeri bulunmuştur. Hesaplanan OKH değerlerinin SPSS programında ANOVA istatistiksel analizi yapılmıştır. Elde edilen OKH değeri, iterasyon sayısı, işlem süresi gibi kriterleri baz alan bir üç kriterli AHS modeli geliştirilmiş ve bu YSA algoritmaları SuperDecisions programı yardımıyla AHS modeli kullanarak sıralanmıştır.

3.2 ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER

Çalışmada MATLAB YSA araç kutusu kullanılarak yapılan tahminde, modelin giriş verileri olarak kullanılan değerler TÜİK, MGM ve TEİAŞ'tan alınmıştır. Bu veriler, Antalya iline ait 2001-2011 yılı arası E, B, S, N ve P verileridir. Bu verilerin bir kısmı %80'i öğrenme, diğer kalan kısmı ise test verisi olarak kullanılmıştır. Giriş verileri Tablo 7, Tablo 8, Tablo 9 ve Tablo 10' da gösterilmiştir.

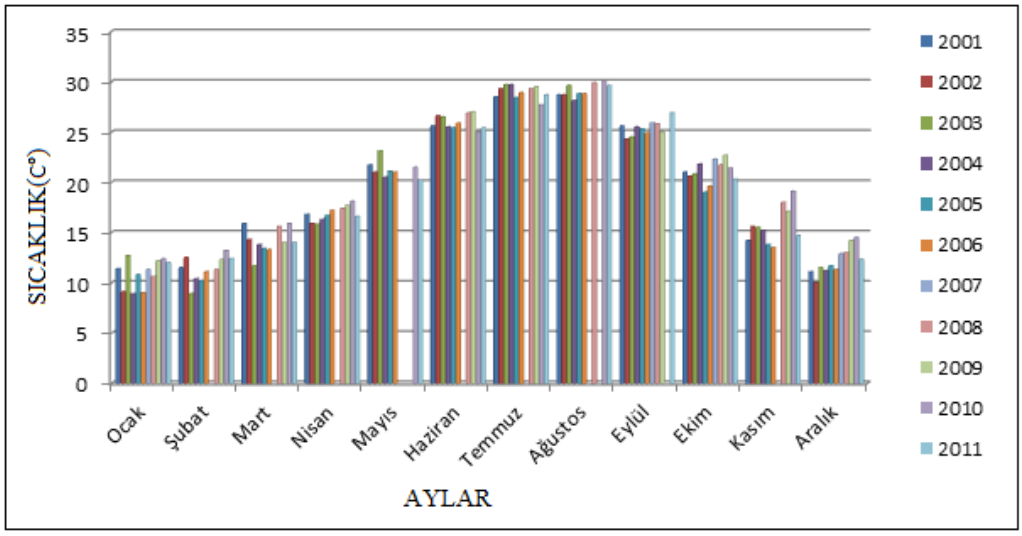
3.2.1 2001-2011 Yıllarına Ait Aylık Sıcaklık Verileri

Antalya iline ait 2001 – 2011 yılları arası aylık sıcaklık verileri MGM'den alınarak Tablo 7'te gösterilmiştir.

Tablo 7. 2001-2011 yılına ait MGM' den alınan aylık sıcaklık verileri (MGM, 2013)

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)												
Yıl	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**
2001	11.4	11.5	15.9	16.8	21.7	25.6	28.5	28.7	25.6	21.0	14.2	11.1
2002	9.1	12.5	14.3	15.9	21.0	26.6	29.3	28.7	24.3	20.6	15.6	10.0
2003	12.7	8.9	11.7	15.8	23.1	26.5	29.7	29.6	24.5	20.8	15.5	11.5
2004	8.9	10.4	13.8	16.3	20.5	25.5	29.7	28.1	25.5	21.8	15.2	11.2
2005	10.8	10.2	13.4	16.7	21.1	25.4	28.4	28.8	25.3	19.0	13.8	11.7
2006	9.0	11.1	13.3	17.2	21.0	25.9	28.9	28.8	24.9	19.6	13.5	11.3
2007	11.3								25.9	22.3		12.9
2008	10.6	11.3	15.6	17.4		26.9	29.3	29.9	25.8	21.7	18.0	13.0
2009	12.2	12.3	14.0	17.7		27.0	29.5		25.0	22.7	17.1	14.2
2010	12.4	13.2	15.9	18.1	21.5	25.0	27.7	30.1		21.4	19.1	14.5
2011	12.0	12.4	14.0	16.6	20.2	25.4	28.7	29.6	26.9	20.3	14.7	12.3

Tabloyu incelediğimizde bazı ayların sıcaklık değerlerinin alınamadığı saptanmıştır. Bu eksik veriler model tarafından verilen ayın ortalama sıcaklık değeri baz alınarak tamamlanmaktadır. 2001 yılından itibaren Temmuz, Ağustos aylarında sıcaklığın maksimum seviyeye ulaştığı görülmektedir. Şekil 14'te de sıcaklık değerlerinin grafiksel şekli gösterilmiştir.



Şekil 14. 2001-2011 yıları arası MGM' den alınan sıcaklık değerleri (°C)(MGM, 2013)

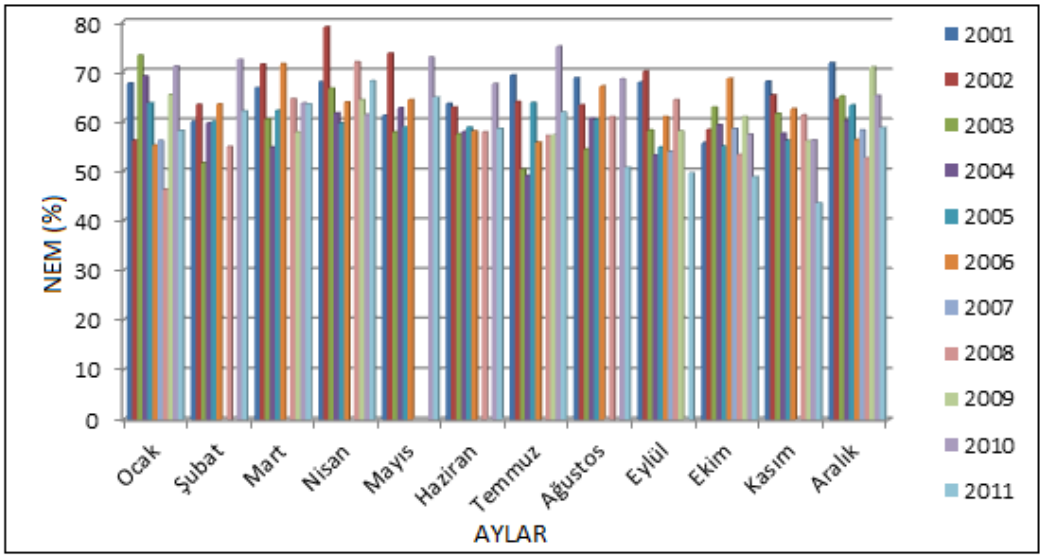
3.2.2 2001-2011 Yıllarına Ait Aylık Nem Verileri

Antalya iline ait 2001 – 2011 yılları arası aylık nem verileri MGM'den alınarak Tablo 8'te gösterilmiştir.

Tablo 8. 2001-2011 yılına ait MGM' den alınan aylık nem verileri (MGM 2013)

Aylık Ortalama Nem (%)												
Yıl	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**
2001	67.5	59.8	66.6	67.8	61.0	63.4	69.1	68.6	67.7	55.5	67.9	71.6
2002	56.0	63.2	71.3	78.8	73.5	62.7	63.8	63.1	69.9	58.2	65.1	64.3
2003	73.1	51.5	60.3	66.5	57.7	57.3	50.2	54.3	58.1	62.7	61.4	64.9
2004	68.9	59.5	54.7	61.5	62.6	57.8	49.0	60.5	53.1	59.1	57.4	60.0
2005	63.5	59.8	62.0	59.5	58.7	58.7	63.6	60.2	54.7	54.9	56.0	63.1
2006	55.1	63.3	71.4	63.7	64.2	57.9	55.6	66.9	60.8	68.5	62.4	56.2
2007	56.0								53.8	58.4		58.1
2008	46.2	54.8	64.4	71.8		57.7	57.0	60.8	64.2	53.2	61.1	52.5
2009	65.2		57.7	64.2			57.1		57.9	60.8	55.9	70.7
2010	70.9	72.3	63.5	61.2	72.7	67.4	74.9	68.4		57.2	56.1	65.0
2011	58.0	61.9	63.3	68.0	64.7	58.4	61.7	50.6	49.5	48.7	43.5	58.6

Saptanamayan veriler aylık ortalama değer baz alınarak model tarafından atanmaktadır.



Şekil 15. 2001-2011 yıları arası MGM' den alınan bağıl nem değerleri (%)(MGM 2013)

Şekil 15'deki grafikte ise bağıl nemin maksimum olarak ulaştığı değer %70'lerde olduğu görülmektedir. Ayrıca minimum seviye % 40 dolaylarındadır.

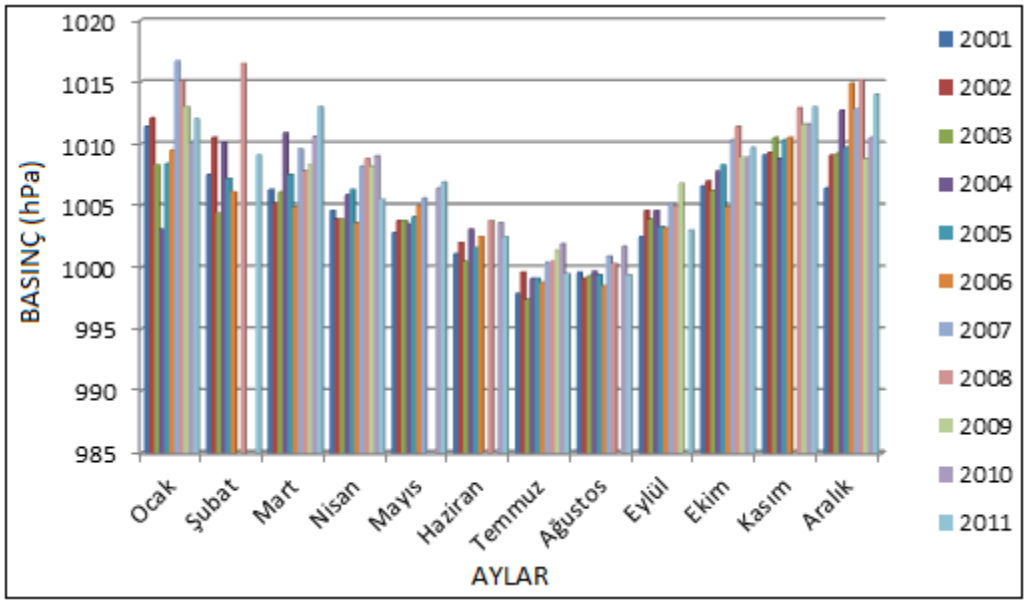
3.2.3 2001-2011 Yıllarına Ait Aylık Basınç Verileri

Antalya iline ait 2001 – 2011 yılları arası aylık basınç verileri MGM'den alınarak Tablo 9'da gösterilmiştir. Tablo 9'u incelediğimizde saptanamayan veriler aylık ortalama değer baz alınarak model tarafından atanmaktadır. 2001-2011 yılları arasında Ocak, Mart aylarında basınç değerinin maksimum seviyeye ulaştığı görülmektedir. Genellikle Haziran ve Temmuz aylarında ise basınç değerlerinin minimum seviyelerde seyrettiği görülmektedir.

Tablo 9. 2001-2011 yılına ait MGM 'den alınan aylık basınç verileri (MGM 2013)

Aylık Ortalama Basınç (hPa)												
Yıl	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**
2001	1011.4	1007.5	1006.3	1004.6	1002.8	1001.1	997.9	999.6	1002.5	1006.6	1009.1	1006.4
2002	1012.1	1010.5	1005.2	1003.9	1003.8	1002.0	999.6	999.1	1004.6	1007.0	1009.3	1009.1
2003	1008.3	1004.4	1006.1	1003.9	1003.8	1000.5	997.4	999.3	1003.9	1006.2	1010.5	1009.2
2004	1003.1	1010.1	1010.9	1005.9	1003.5	1003.1	999.1	999.7	1004.6	1007.8	1008.8	1012.7
2005	1008.4	1007.2	1007.5	1006.3	1004.1	1001.6	999.1	999.4	1003.3	1008.3	1010.3	1009.7
2006	1009.5	1006.1	1004.9	1003.6	1005.0	1002.5	998.8	998.5	1003.2	1004.9	1010.5	1014.9
2007	1016.7		1009.6	1008.2	1005.6		1000.4	1000.9	1005.2	1010.3		1012.8
2008	1015.1	1016.5	1007.8	1008.8		1003.8	1000.5	1000.3	1005.0	1011.4	1012.9	1015.2
2009	1013.0		1008.3	1008.2			1001.4		1006.8	1008.9	1011.6	1008.8
2010	1010.1		1010.6	1009.0	1006.4	1003.6	1001.9	1001.7		1008.9	1011.6	1010.5
2011	1012.0	1009.1	1013.0	1005.5	1006.9	1002.5	999.5	999.4	1003.0	1009.7	1013.0	1014.0

Ayrıca Şekil 16'da basınç değerleri grafiksel olarak gösterilmiştir. Grafikte basınç değerlerinin yaz dönemde azaldığı net şekilde görülmektedir.



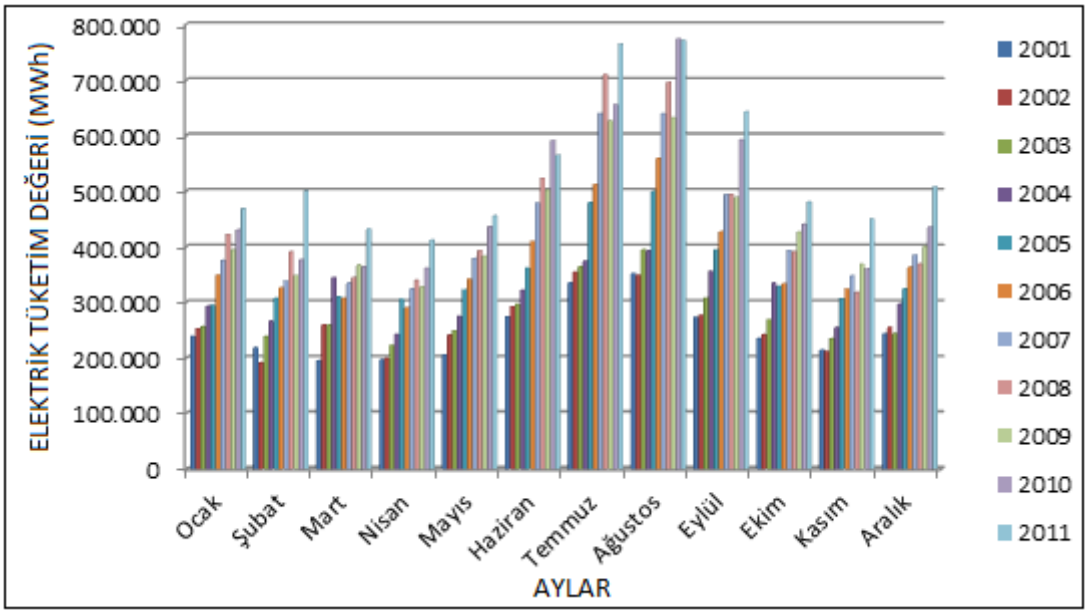
Şekil 16. 2001-2011 yıları arası MGM' den alınan aylık basınç değerleri (hPa)(MGM 2013)

3.2.4 2001-2011 Yıllarına Ait Aylık Elektrik Verileri

Antalya'nın elektrik verileri TEİAŞ'tan alınarak Tablo 10 ve Şekil 17'de gösterilmiştir. Tabloda elektrik tüketiminin her yıl arttığı görülmektedir. Özellikle yaz döneminde tüketim maksimum seviyeye çıkmaktadır.

Tablo 10. 2001-2011 yılına ait aylık tüketilen elektrik verileri (TEİAS 2013)

Aylık Ortalama Tüketilen Elektrik Miktarı (MWh)												
Yıl	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**
2001	238.575	217.833	194.451	196.310	204.829	273.454	335.040	351.176	272.771	234.348	213.969	242.561
2002	251.911	190.937	259.227	198.528	240.759	291.864	353.974	348.682	276.370	241.395	211.278	254.423
2003	255.805	237.931	258.620	221.995	248.457	295.928	363.757	394.097	307.292	268.073	234.180	243.264
2004	292.994	265.860	344.042	242.031	274.485	320.943	373.417	392.440	355.063	334.330	254.150	296.611
2005	294.187	306.742	309.761	305.509	322.170	361.240	479.478	498.949	393.837	328.809	306.048	323.953
2006	348.301	325.739	306.736	290.031	341.303	409.040	511.700	558.727	426.666	333.109	323.148	362.451
2007	374.957	337.733	334.536	323.677	378.572	478.456	639.241	639.241	493.741	392.762	347.203	384.465
2008	421.715	390.606	343.978	339.063	392.717	522.822	709.272	695.324	493.741	390.600	317.401	368.564
2009	394.083	347.746	367.079	327.778	382.676	501.660	625.807	631.995	488.459	426.103	368.594	400.360
2010	430.029	376.113	363.569	361.277	435.631	590.415	655.280	773.669	592.244	439.931	359.580	435.233
2011	468.058	499.653	431.533	411.313	455.305	564.117	763.997	770.568	642.582	480.119	449.218	507.272

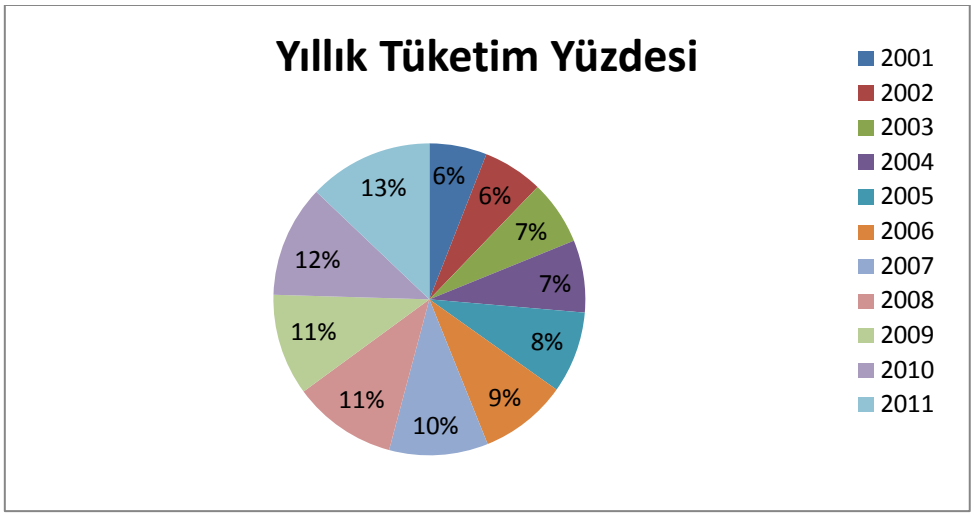


Şekil 17. 2001-2011 yıları arası tüketilen elektrik değerlerinin aylık gösterimi (MWh)(TEİAŞ 2013)

Tablo 11 ve Şekil 18'de Antalya ilinin 2001-2002 yılları arası yıllık tüketilen elektrik miktarı gösterilmektedir. 2001 yılından 2010 yılına kadar elektrik tüketiminde % 50'lik bir artış olmuştur.

Tablo 11. 2001-2011 yılına ait aylık tüketilen elektrik verilerinin yıllık gösterimi (TEİAŞ 2013)

Yıllar	Tüketim Miktarı (MWh)
2001	2.975.317
2002	3.119.348
2003	3.329.399
2004	3.746.366
2005	4.230.683
2006	4.536.951
2007	5.124.583
2008	5.385.803
2009	5.262.341
2010	5.812.973
2011	6.443.734



Şekil 18. 2001-2011 yıları arası yıllık toplam tüketilen elektrik yüzdesi (TEİAŞ 2013)

3.2.5 2001-2011 Yıllarına Ait Aylık Nüfus Verileri

Aylık P verileri, aritmetik yöntem kullanılarak tespit edilmiştir. P verileri aylık olarak tutulmadığından bu yola başvurulmuştur. Nüfus sayımında elde edilen Antalya ilinin yıllık P verileri, nüfus artış hızına göre yavaş, normal ve hızlı nüfus artış oranı kullanılarak aylık olarak bulunmuştur. Yıllık P verileri Tablo 12' de gösterilmiştir. Ayrıca yıllık P verilerini aylık olarak çevirmede kullanılan formüller Denklem 13 ve 14' te gösterilmiştir.

Tablo 12. Antalya iline ait P verileri (TÜİK), 2014)

Yıllar	Nüfus değerleri (P)
1965	486.210
1970	577.334
1975	669.357
1980	748.706
1985	891.149
1990	1.132.211
2000	1.719.751
2007	1.789.295
2008	1.859.275
2009	1.919.729
2010	1.978.333
2011	2.043.482

$$P_t = P_o + b.n \quad (13)$$

$$b = (Pt_1 - P_o) \,/\, n \quad (14)$$

$P_t =$ Projeksiyon yılı nüfusu

$P_o =$ Başlangıç yılı nüfusu

$n =$ Nüfus aralığı

$b =$ Aritmetik nüfus artış oranı

$Pt_1 =$ Son sayım yılı nüfusu

Denklemde aritmetik nüfus artış oranı ile nüfus aralığı çarpılarak, başlangıç yılı nüfusuna eklenmiş ve projeksiyon yılı nüfusu bulunmuştur. Aritmetik nüfus artış oranı nüfus farkının nüfus aralığına bölünmesiyle bulunmuştur.

4. MODEL SONUÇLARI

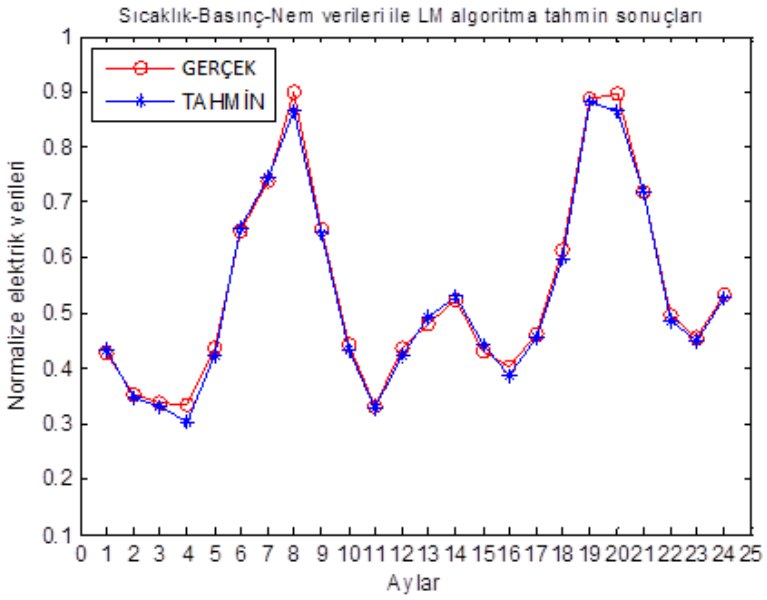
4.1 GRAFIKLER

Oluşturulan modelden elde edilen sonuçlar grafik olarak gösterilmiştir. Model giriş değerlerine ve algoritmalara göre grafiklerin şekil numaraları Tablo 13'te gösterilmiştir.

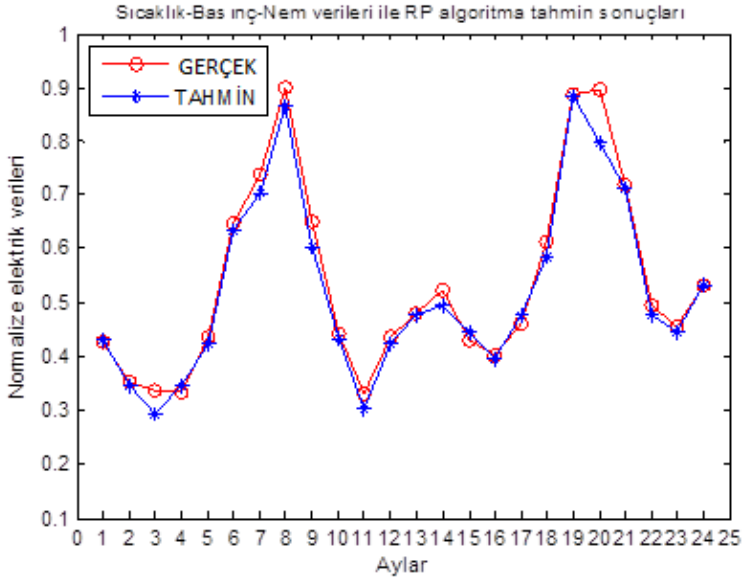
Tablo 13. Giriş değerleri ve algoritmalara göre şekil numaraları

GİRİŞ DEĞERLERİ	ALGORİTMALAR					
	LM	RP	GD	GDX	GDM	GDA
ESBN	Şekil 19	Şekil 20	Şekil 21	Şekil 22	Şekil 23	Şekil 24
ESB	Şekil 25	Şekil 26	Şekil 27	Şekil 28	Şekil 29	Şekil 30
ESN	Şekil 31	Şekil 32	Şekil 33	Şekil 34	Şekil 35	Şekil 36
EBN	Şekil 37	Şekil 38	Şekil 39	Şekil 40	Şekil 41	Şekil 42
ESBP Yavaş nüfus artışı	Şekil 43	Şekil 44	Şekil 45	Şekil 46	Şekil 47	Şekil 48
ESBP Normal nüfus artışı	Şekil 49	Şekil 50	Şekil 51	Şekil 52	Şekil 53	Şekil 54
ESBP Hızlı nüfus artışı	Şekil 55	Şekil 56	Şekil 57	Şekil 58	Şekil 59	Şekil 60

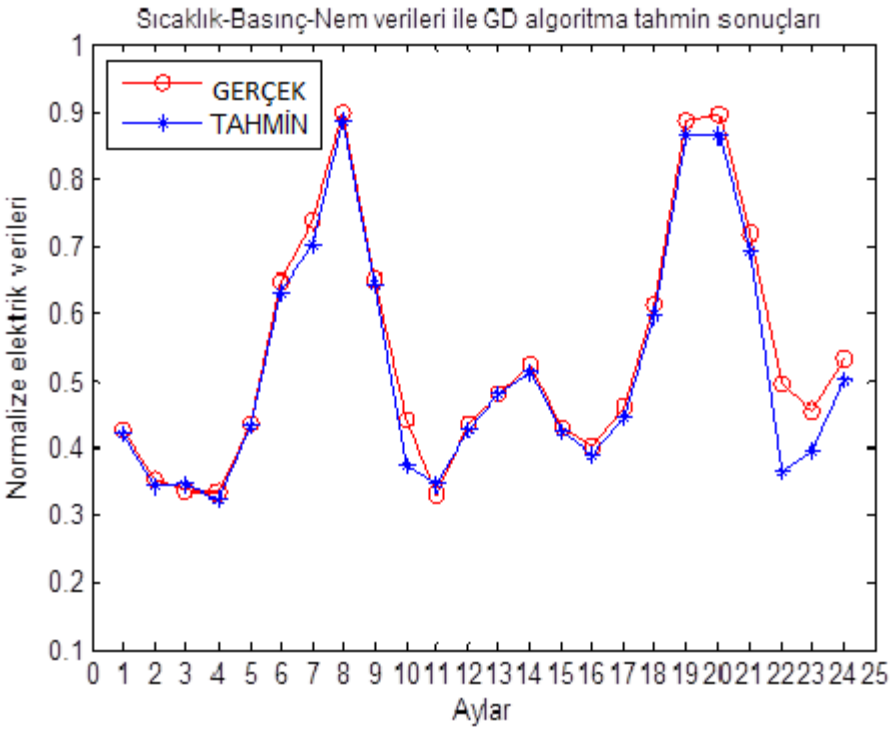
4.1.1 E-S-B-N Veri Girişi ile 2010-2011 Yılı Elektrik Yükü Tahmini Grafikleri



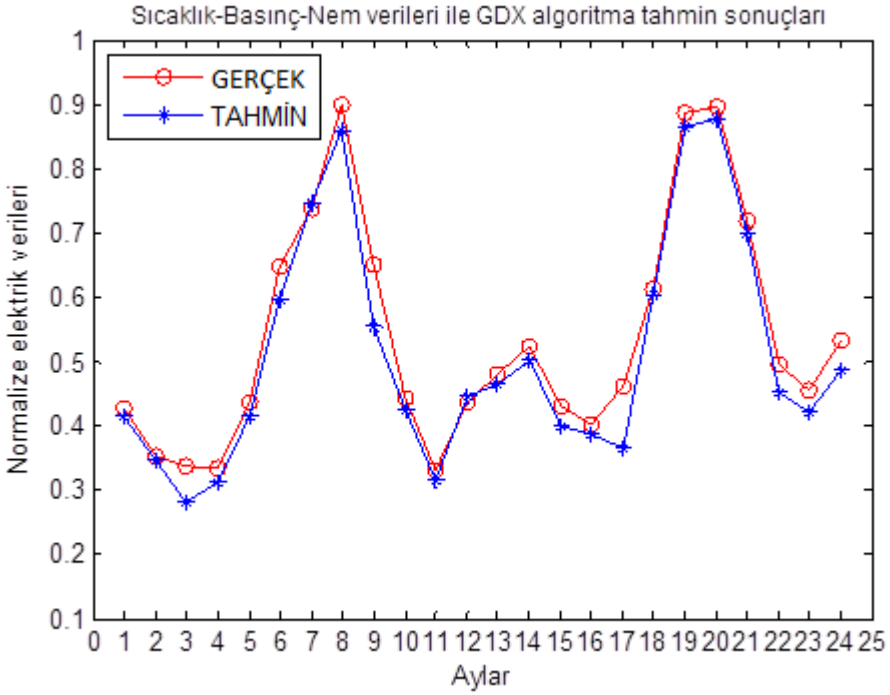
Şekil 19. E-S-B-N veri girişi ve LM algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



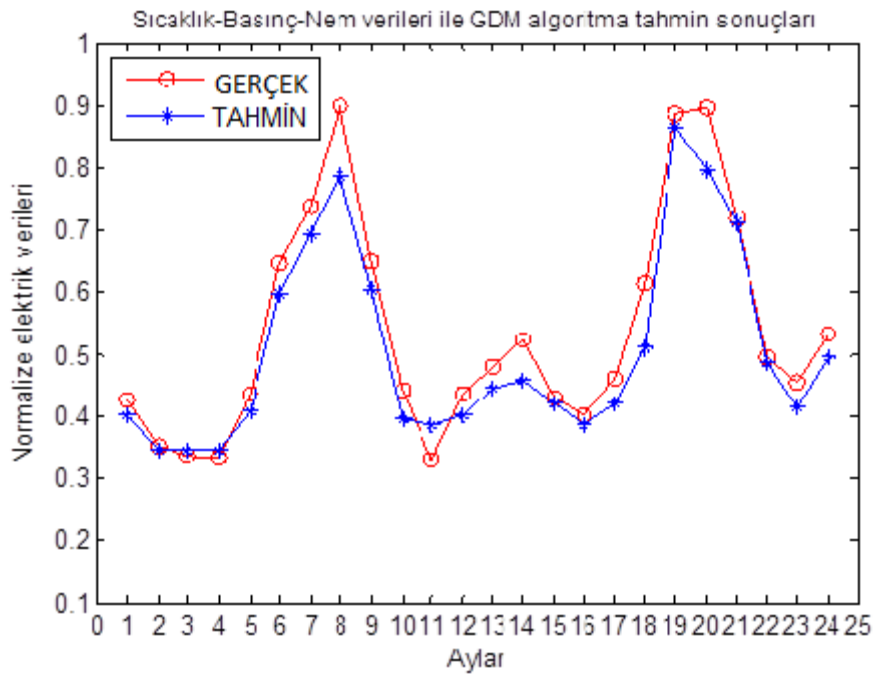
Şekil 20. E-S-B-N veri girişi ve RP algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



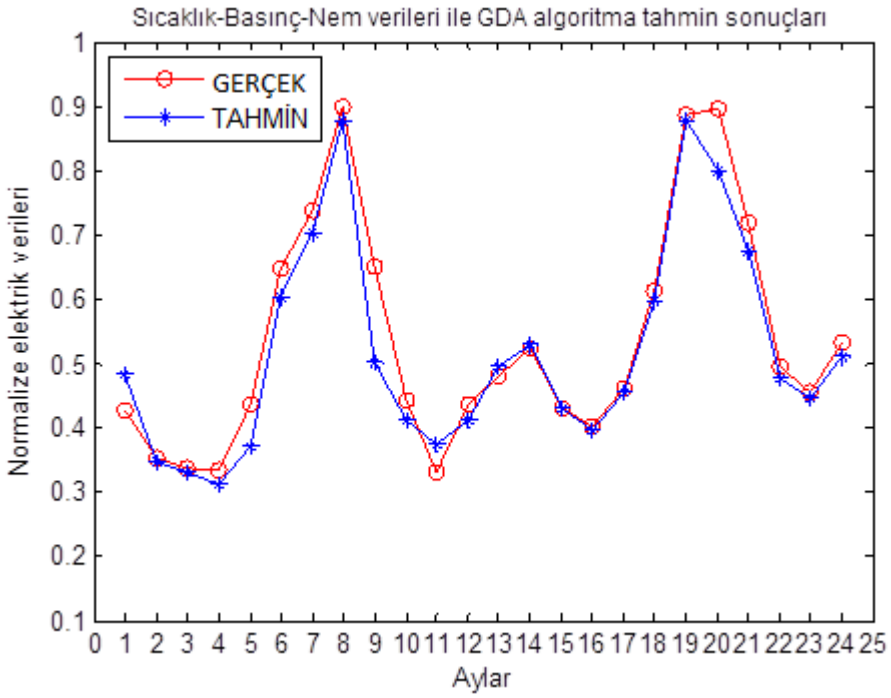
Şekil 21. E-S-B-N veri girişi ve GD algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



Şekil 22. E-S-B-N veri girişi ve GDX algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

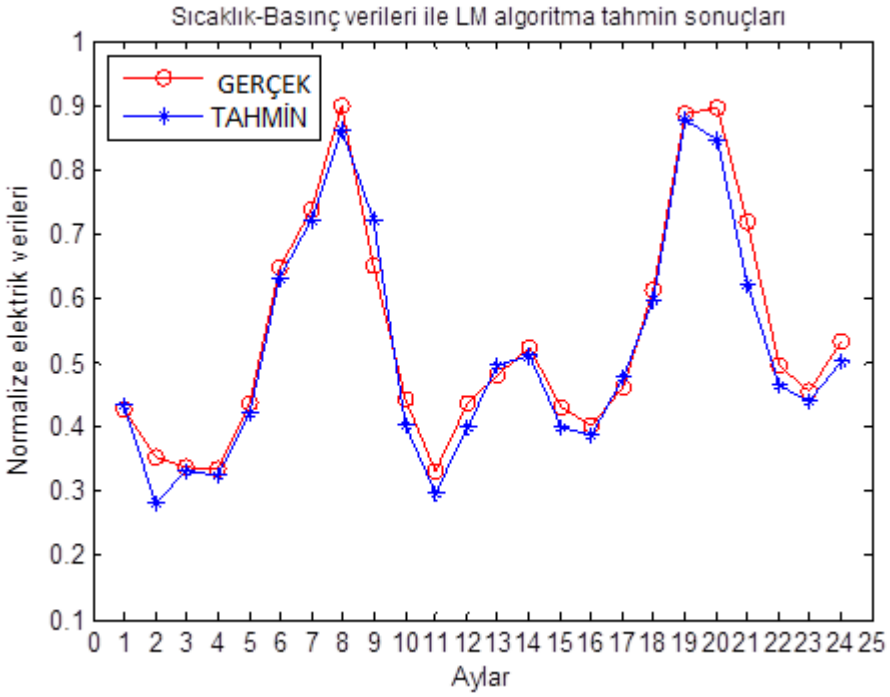


Şekil 23. E-S-B-N veri girişi ve GDM algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

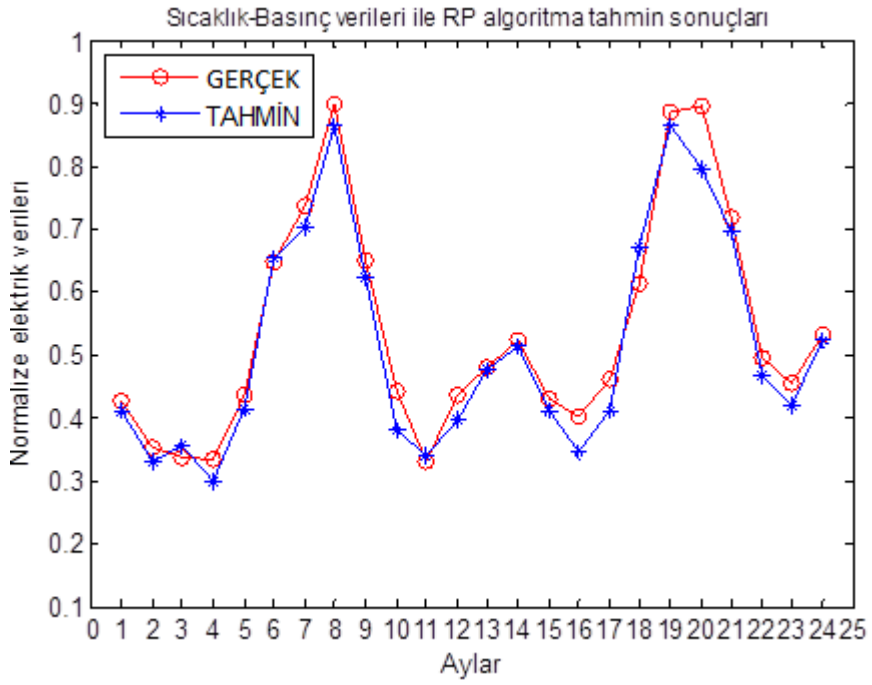


Şekil 24. E-S-B-N veri girişi ve GDA algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

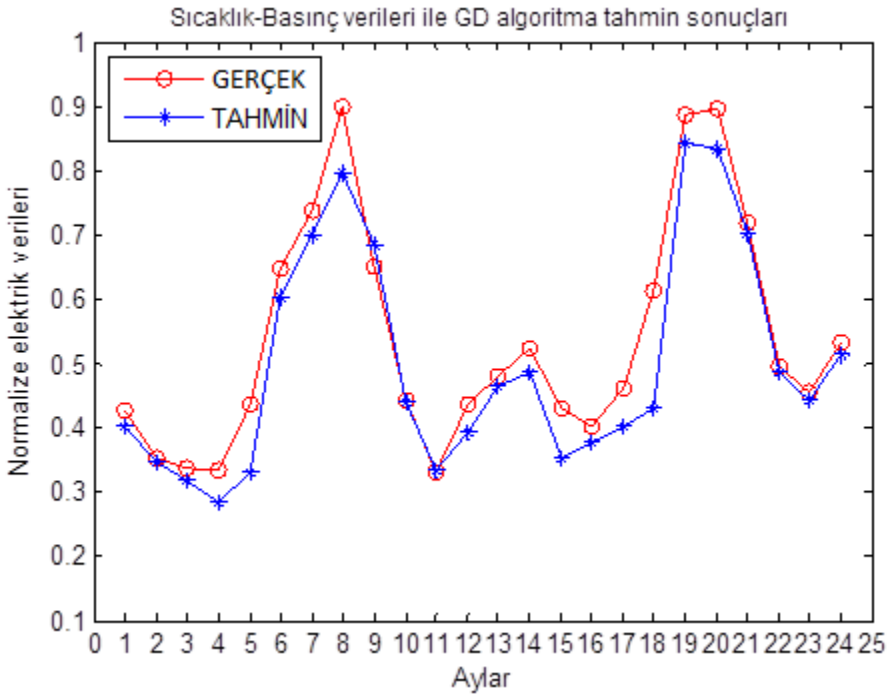
4.1.2 E-S-B Veri Girişi ile 2010-2011 Yılı Elektrik Yükü Tahmini Grafikleri



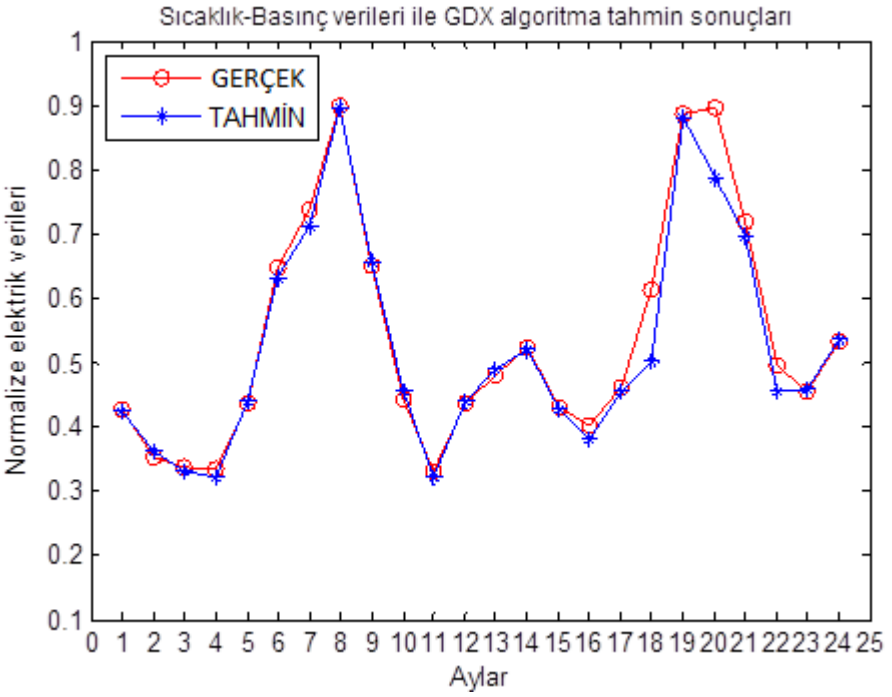
Şekil 25. E-S-B veri girişi ve LM algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



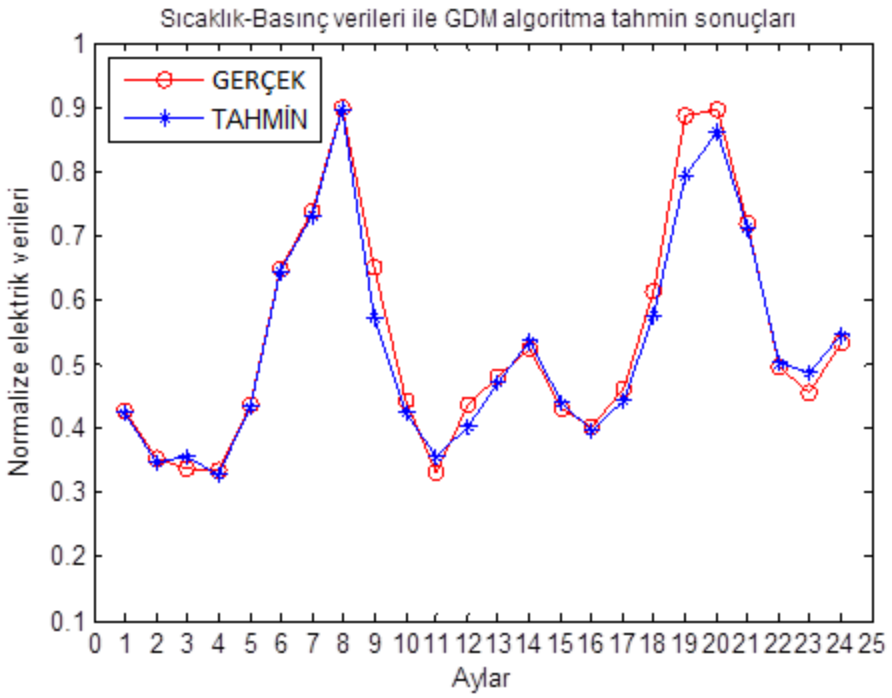
Şekil 26. E-S-B veri girişi ve RP algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



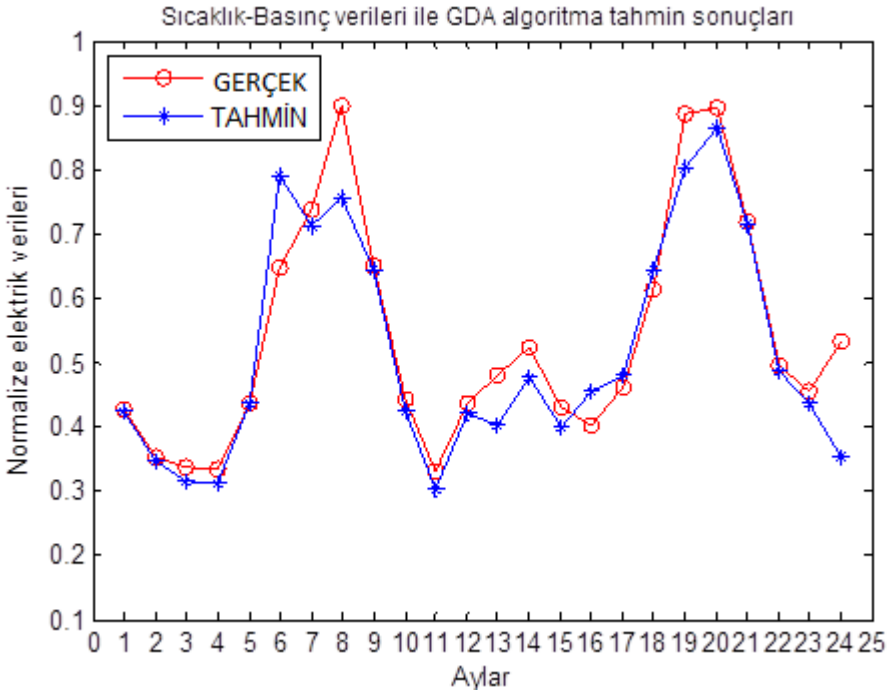
Şekil 27. E-S-B veri girişi ve GD algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



Şekil 28. E-S-B veri girişi ve GDX algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

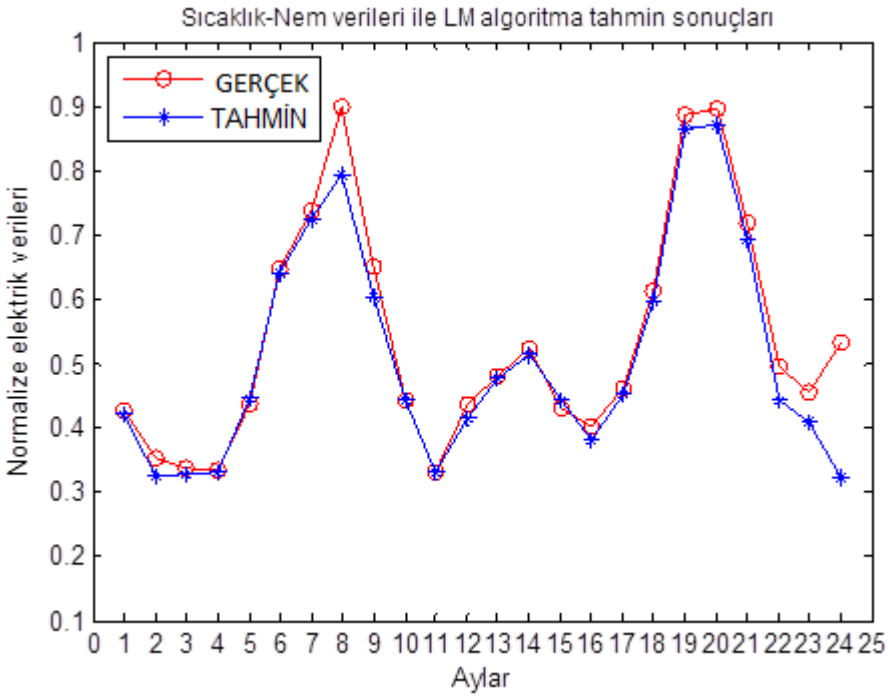


Şekil 29. E-S-B veri girişi ve GDM algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

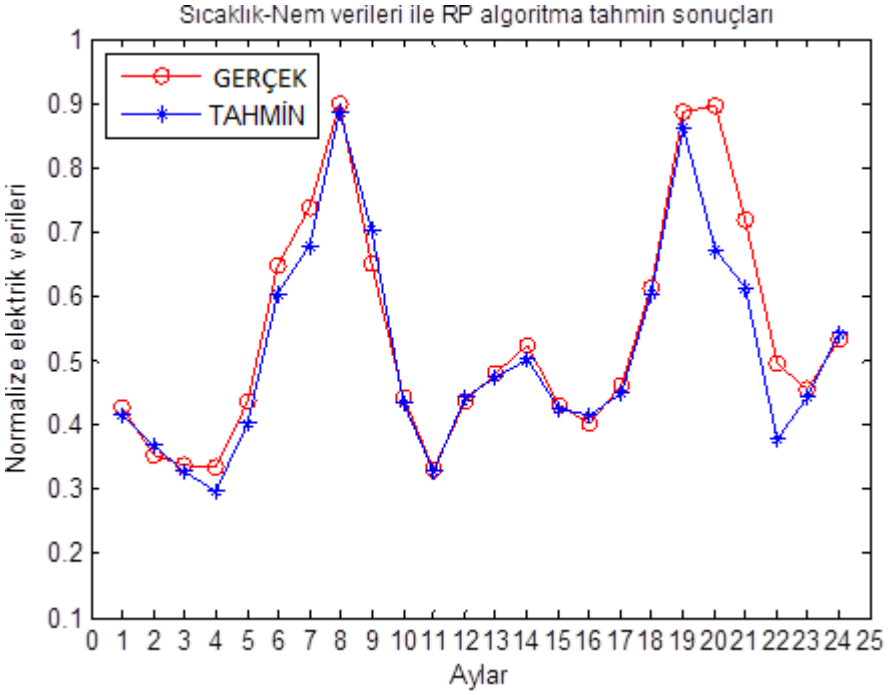


Şekil 30. E-S-B veri girişi ve GDA algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

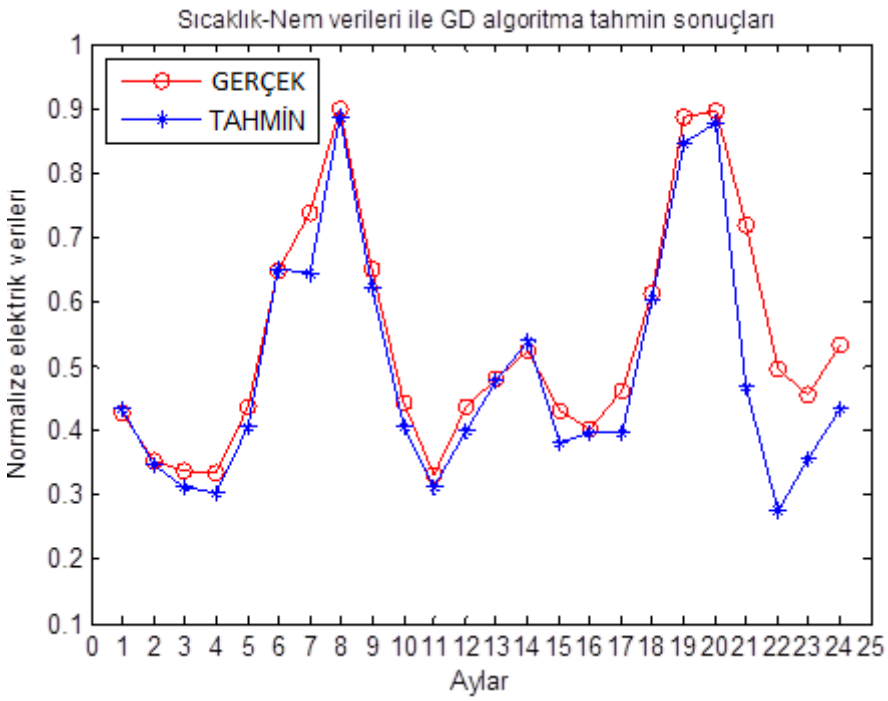
4.1.3 E-S-N Veri Girişi ile 2010-2011 Yılı Elektrik Yükü Tahmini Grafikleri



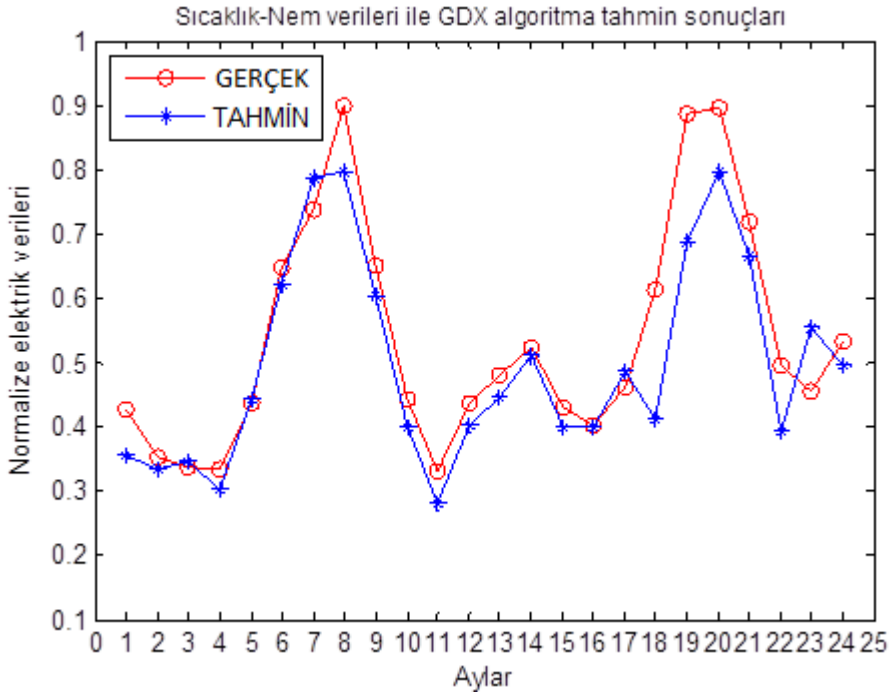
Şekil 31. E-S-N veri girişi ve LM algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



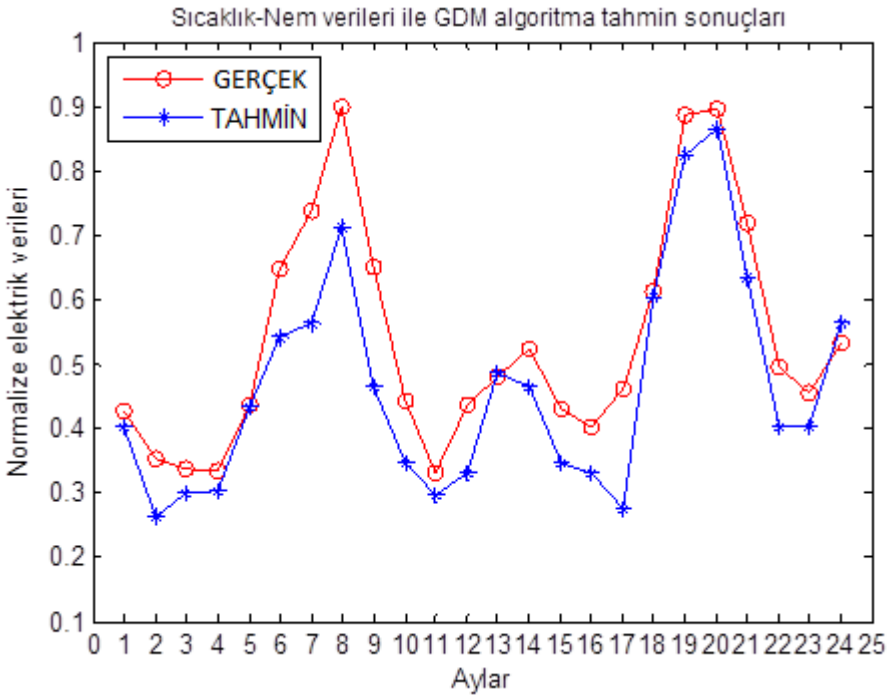
Şekil 32. E-S-N veri girişi ve RP algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



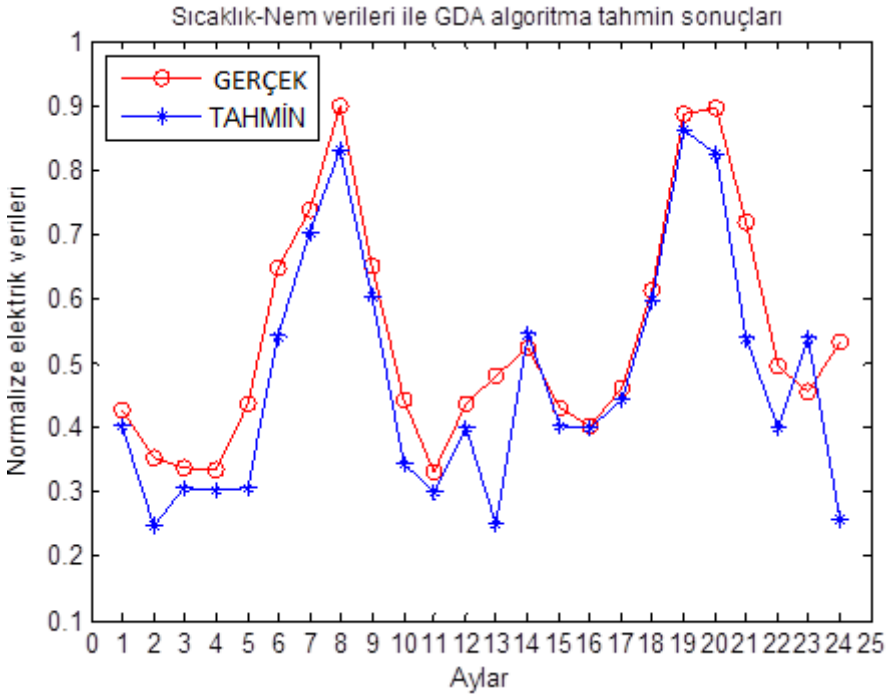
Şekil 33. E-S-N veri girişi ve GD algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



Şekil 34. E-S-N veri girişi ve GDX algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

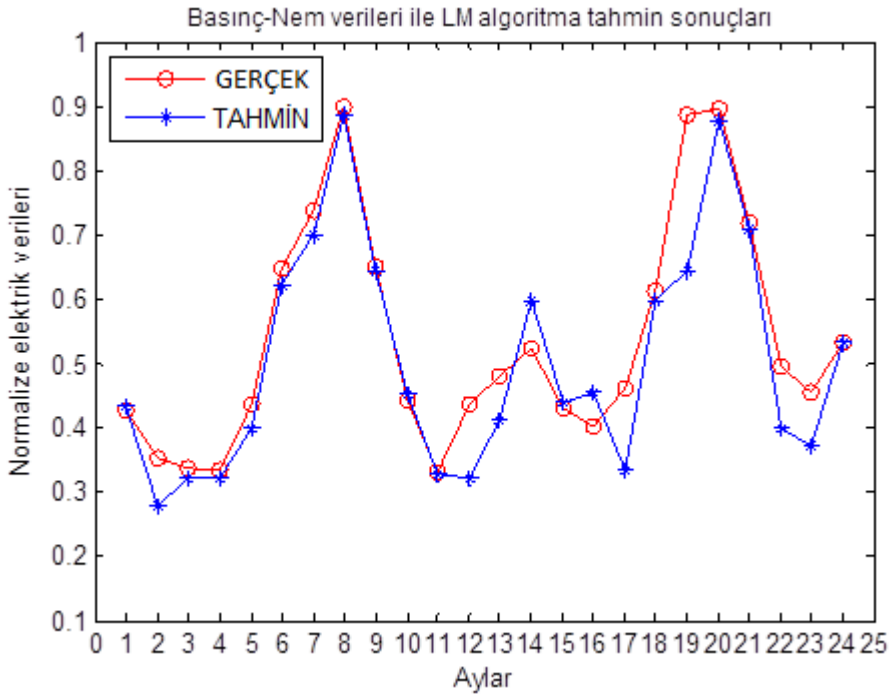


Şekil 35. E-S-N veri girişi ve GDM algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

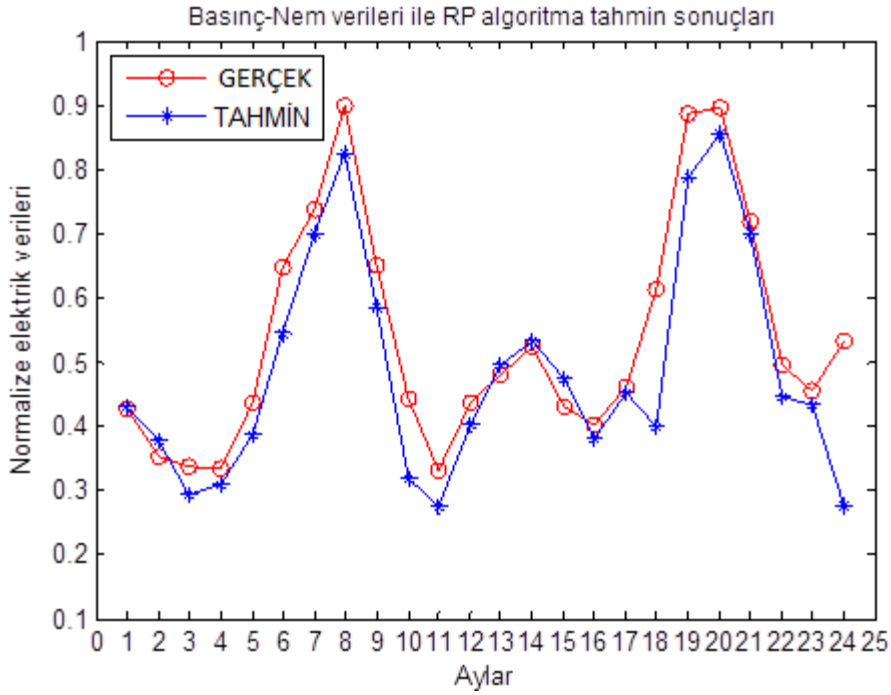


Şekil 36. E-S-N veri girişi ve GDA algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

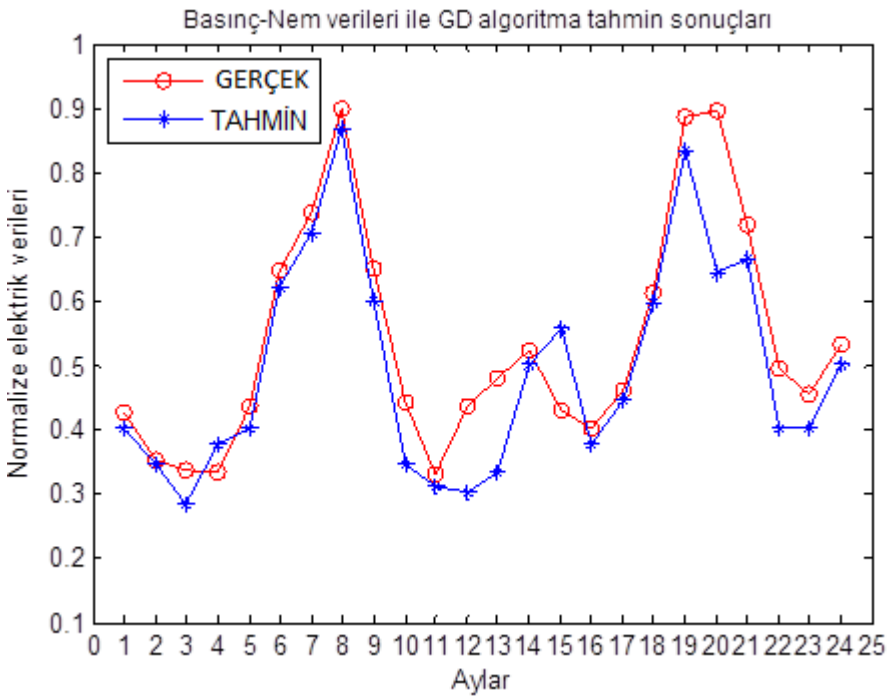
4.1.4 E-B-N Veri Girişi ile 2010-2011 Yılı Elektrik Yükü Tahmini Grafikleri



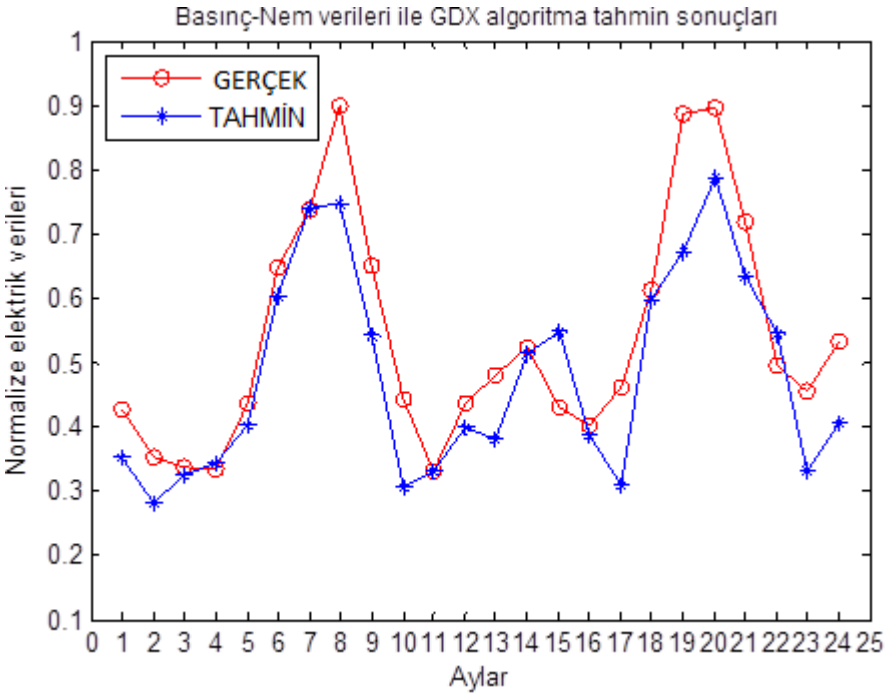
Şekil 37. E-B-N veri girişi ve LM algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



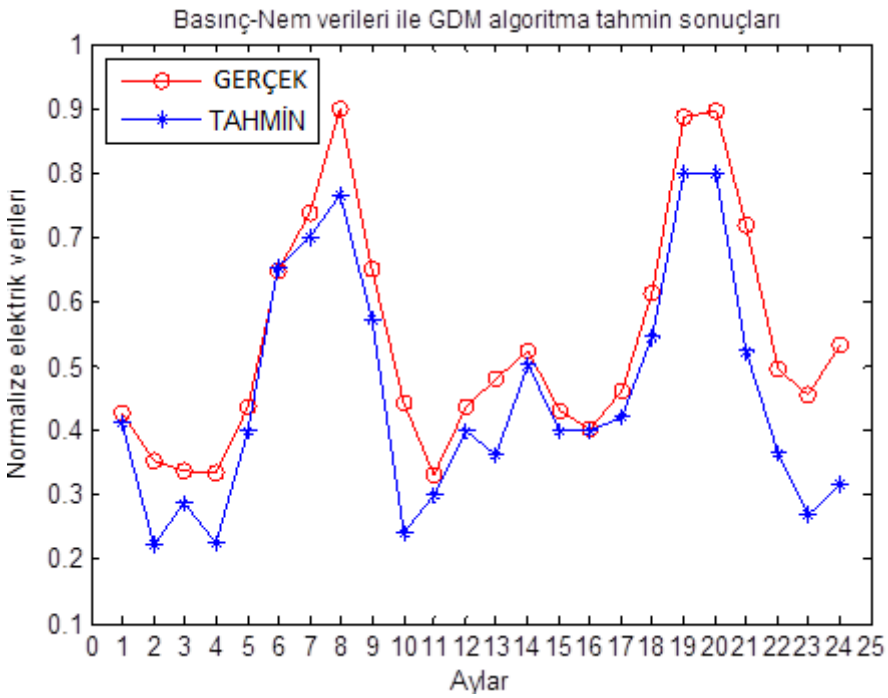
Şekil 38. E-B-N veri girişi ve RP algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



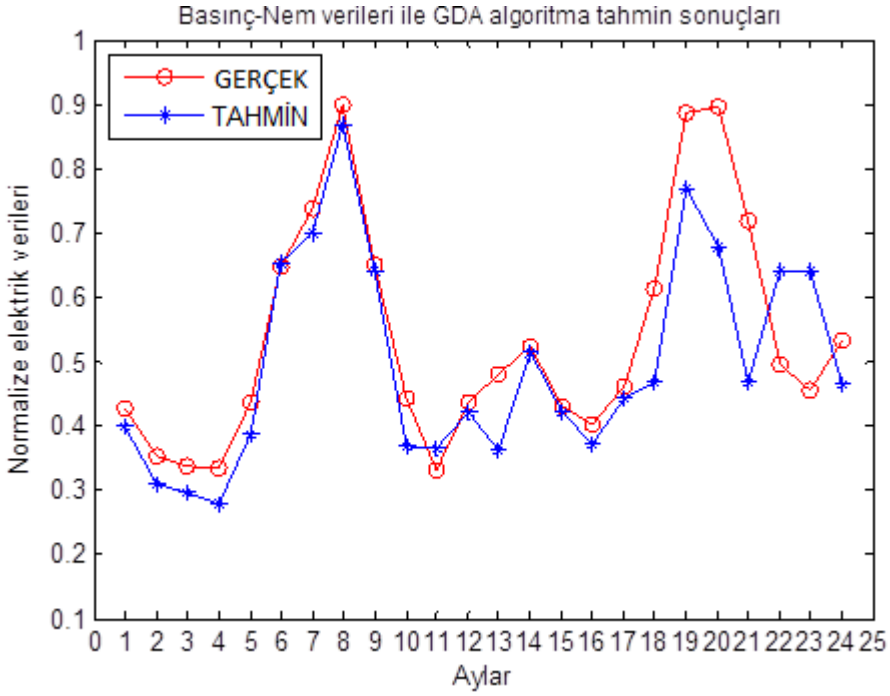
Şekil 39. E-B-N veri girişi ve GD algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği



Şekil 40. E-B-N veri girişi ve GDX algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

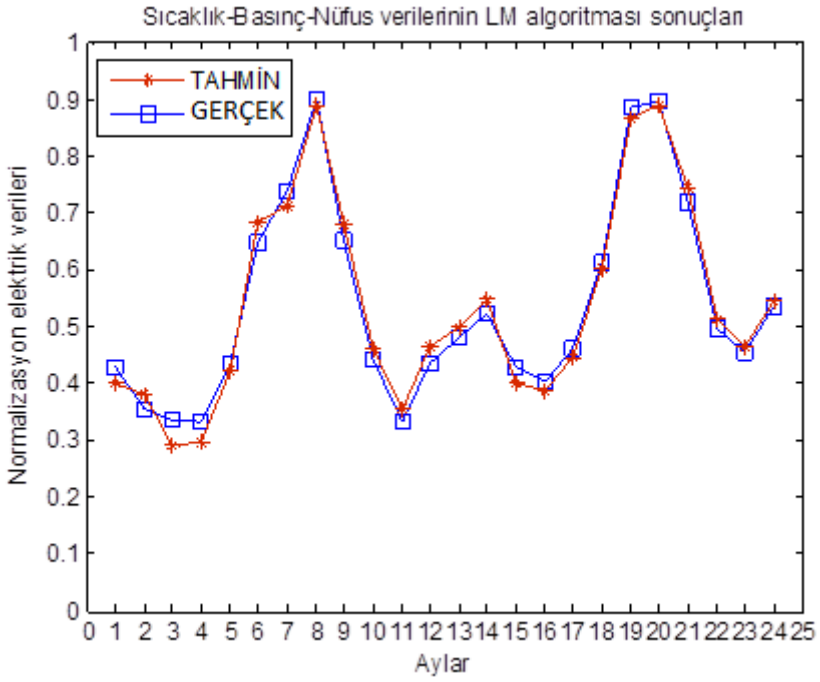


Şekil 41. E-B-N veri girişi ve GDM algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

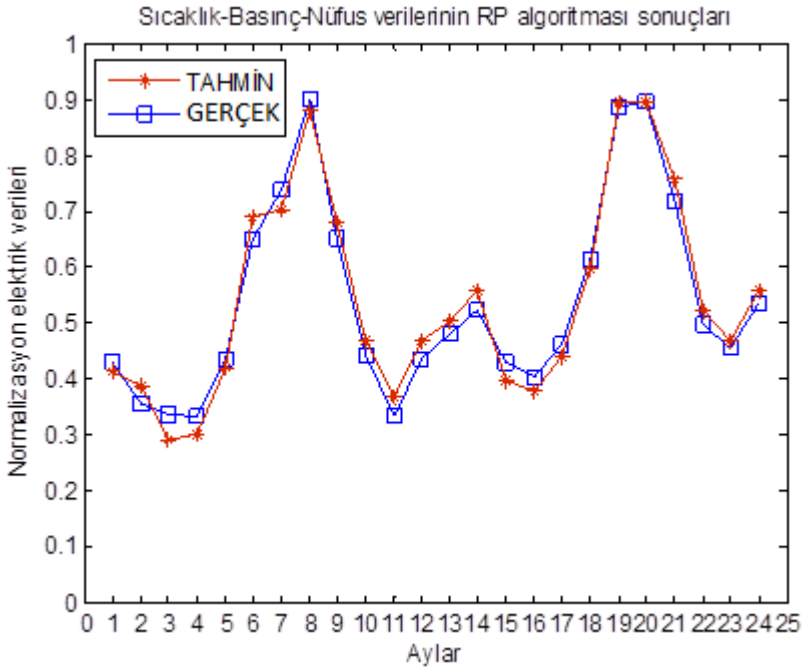


Şekil 42. E-B-N veri girişi ve GDA algoritması ile 2010-2011 yılı elektrik tahmin grafiği

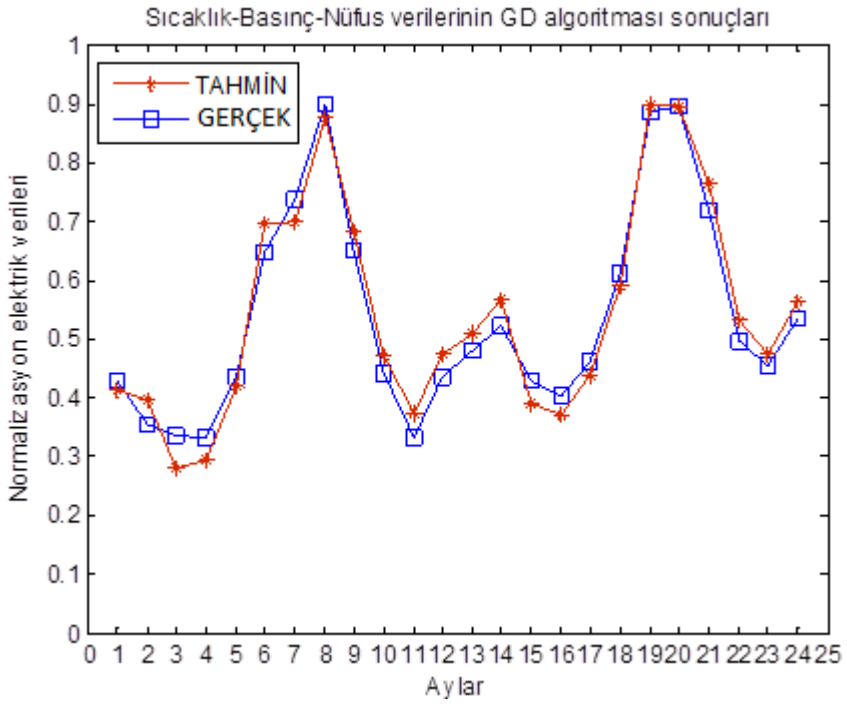
4.1.5 E-S-B-P Veri Girişi ile 2010-2011 Yılı Elektrik Yükü Tahmini Grafikleri



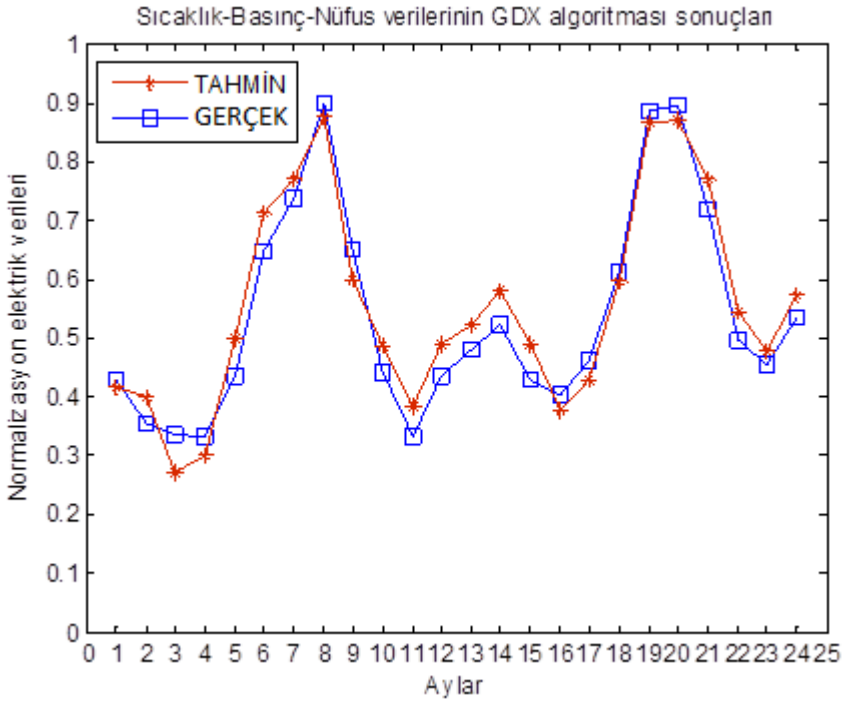
Şekil 43. Yavaş nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P LM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



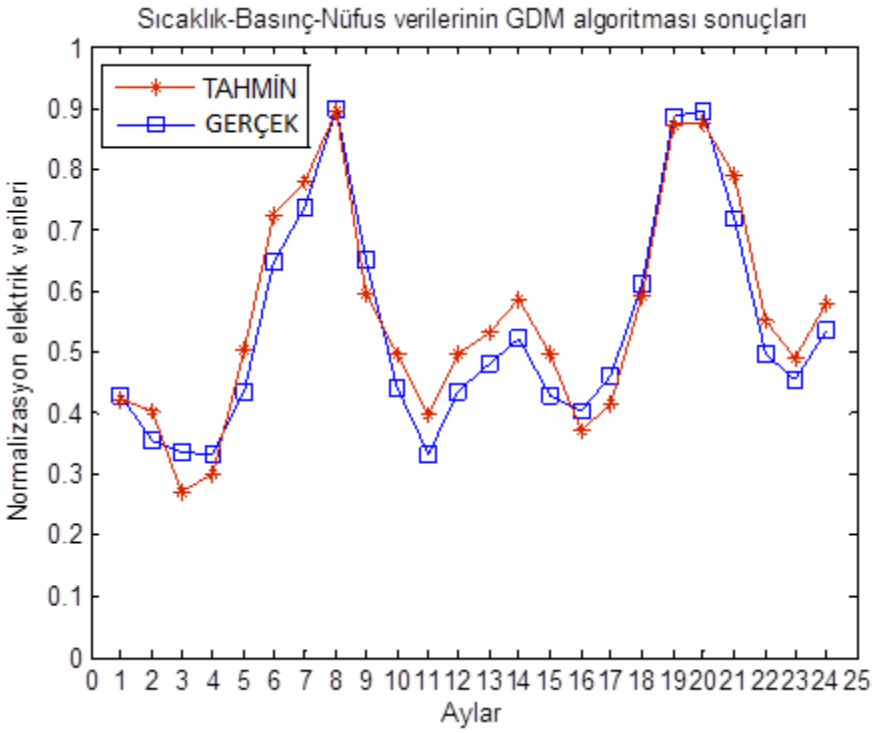
Şekil 44. Yavaş nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P RP ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



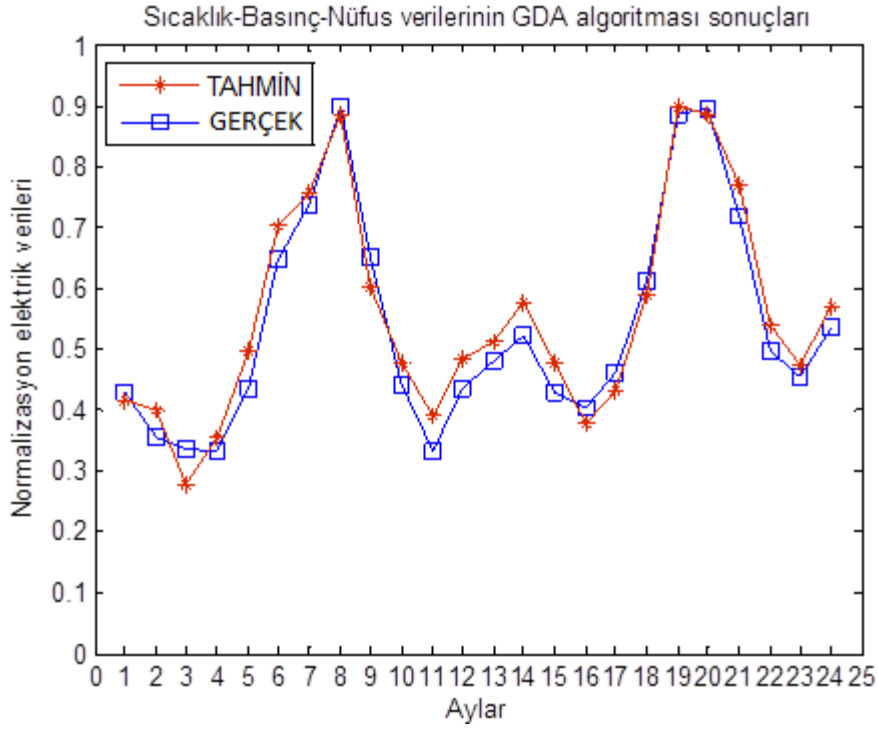
Şekil 45. Yavaş nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GD ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



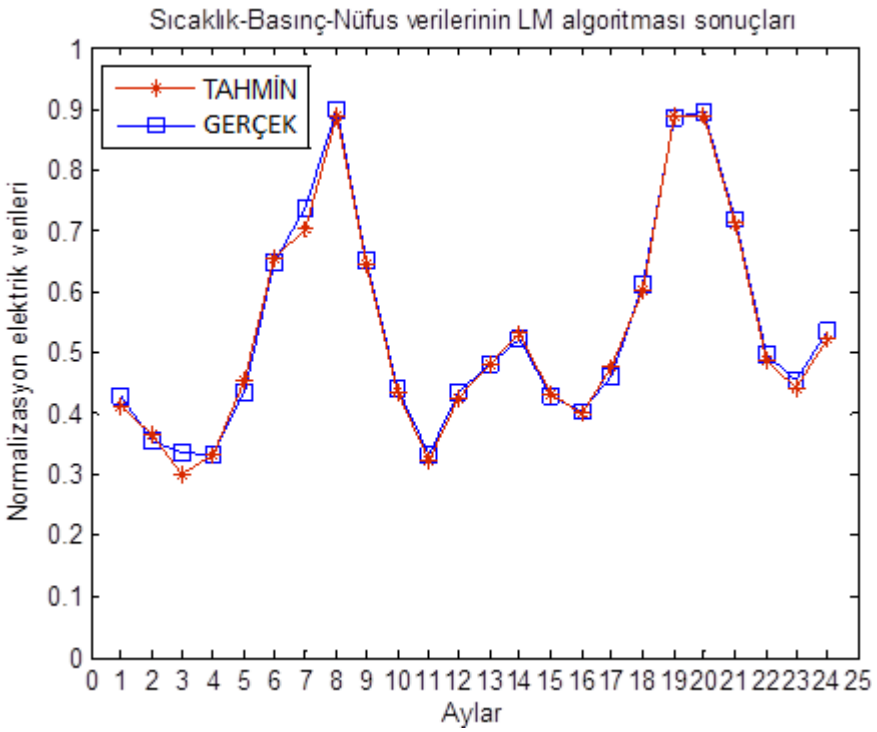
Şekil 46. Yavaş nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GDX ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



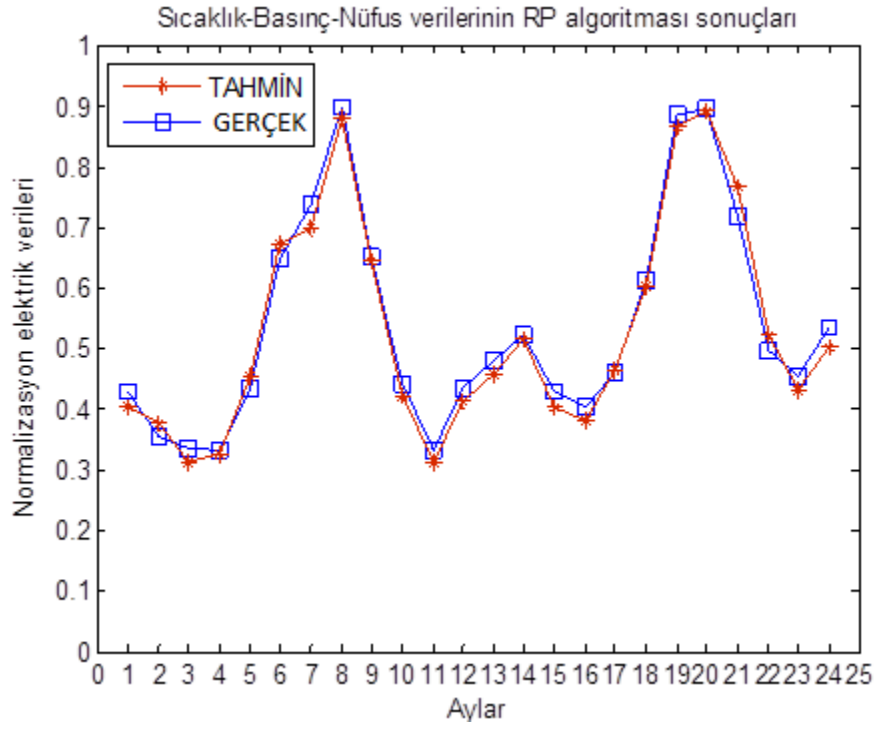
Şekil 47. Yavaş nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GDM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



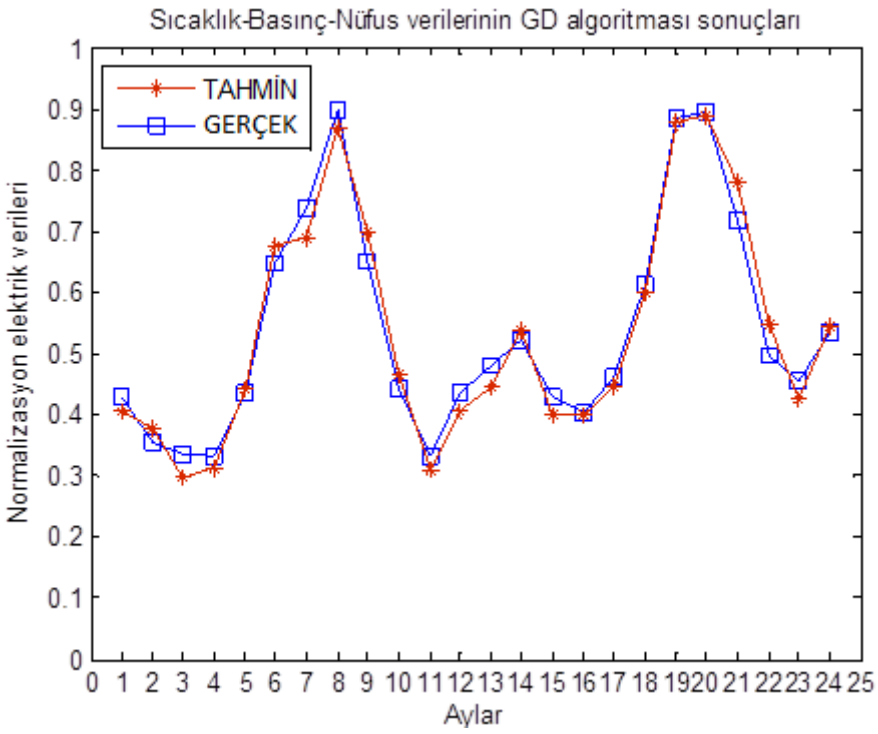
Şekil 48. Yavaş nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GDA ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



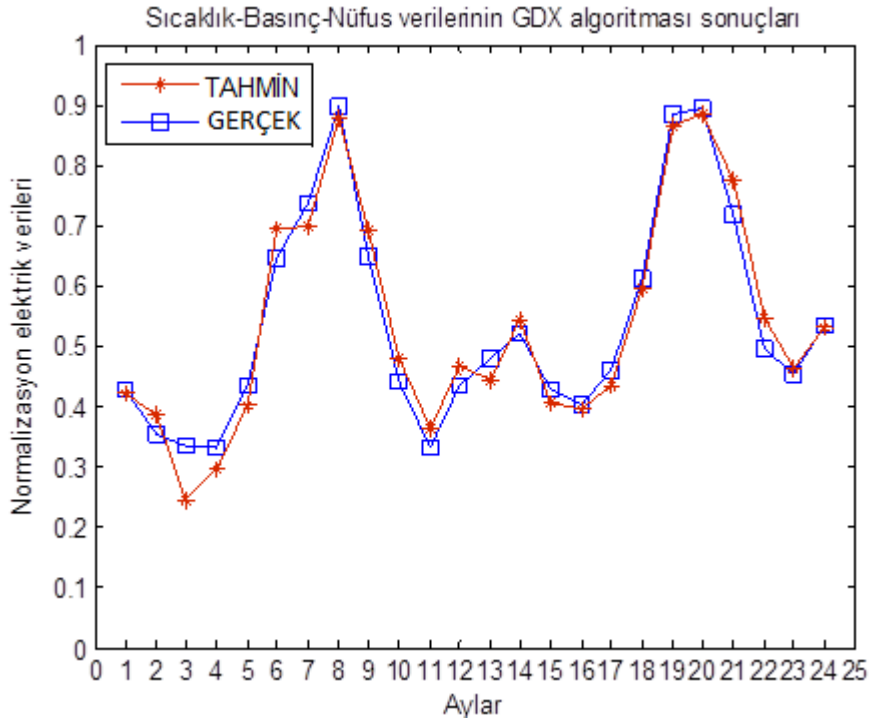
Şekil 49. Normal nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P LM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



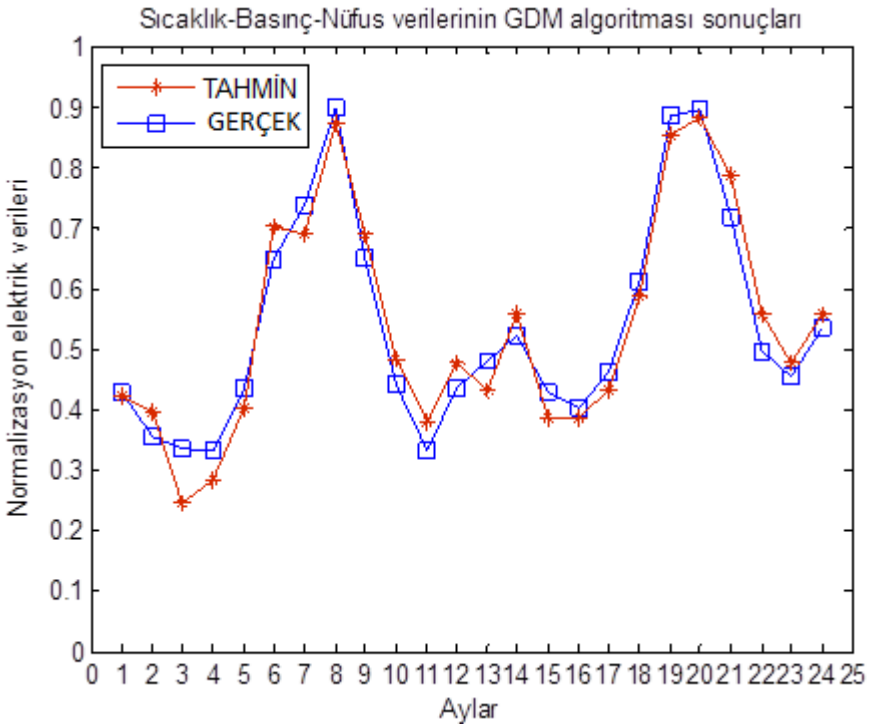
Şekil 50. Normal nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P RP ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



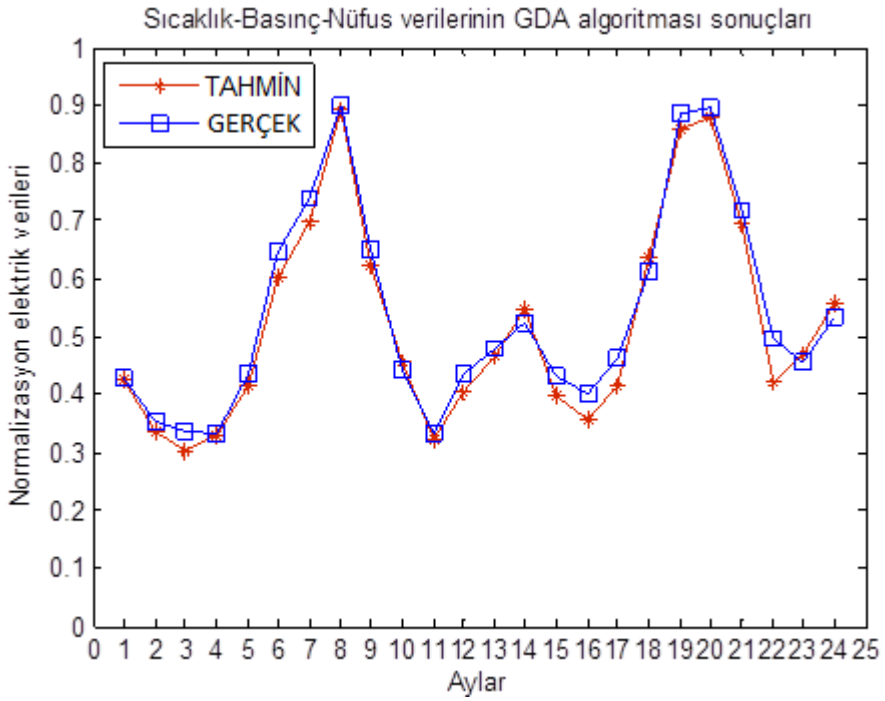
Şekil 51. Normal nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GD ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



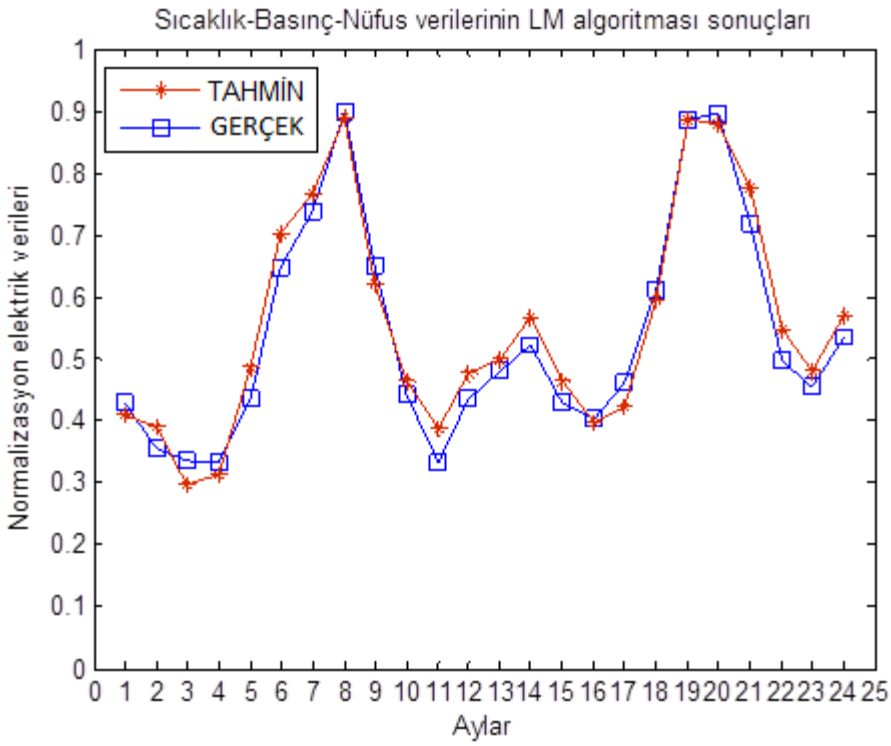
Şekil 52. Normal nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GDX ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



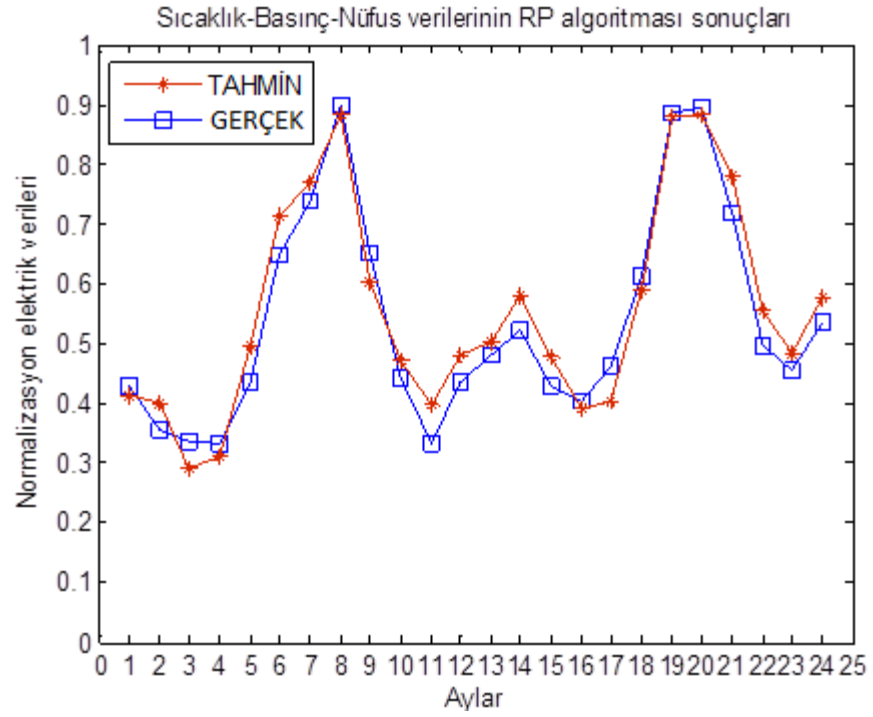
Şekil 53. Normal nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GDM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



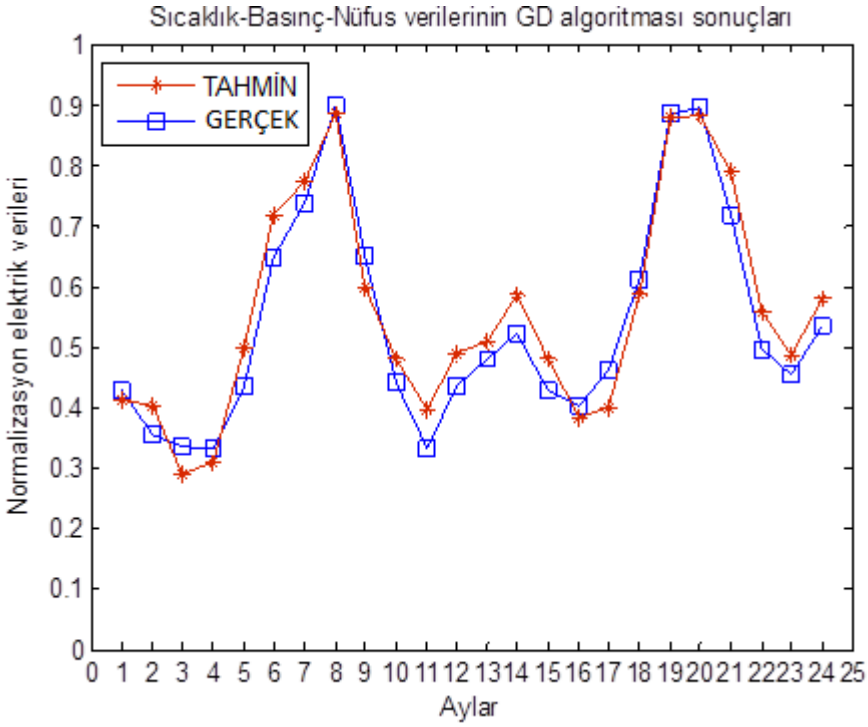
Şekil 54. Normal nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GDA ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



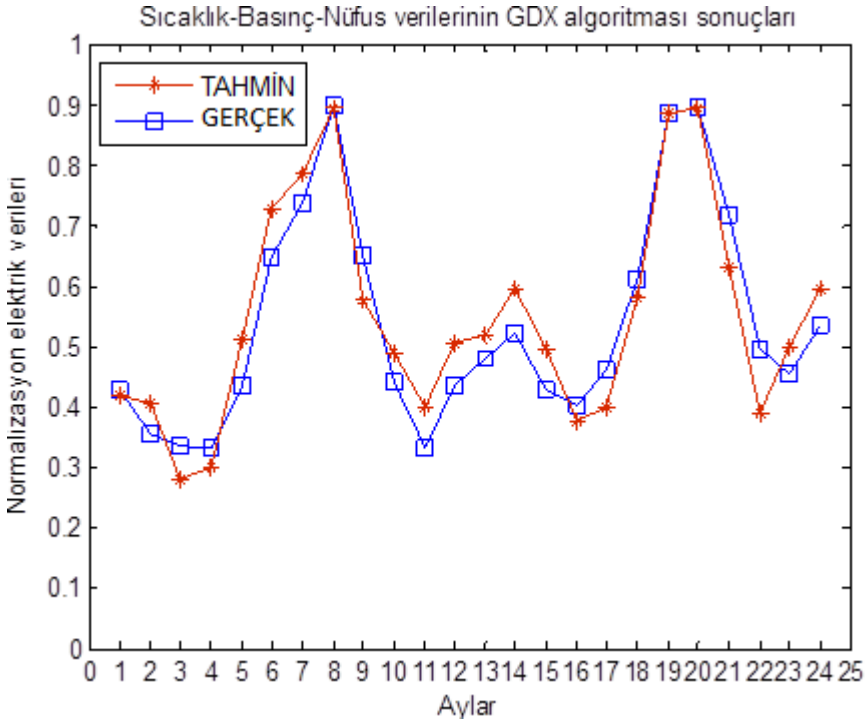
Şekil 55. Hızlı nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P LM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



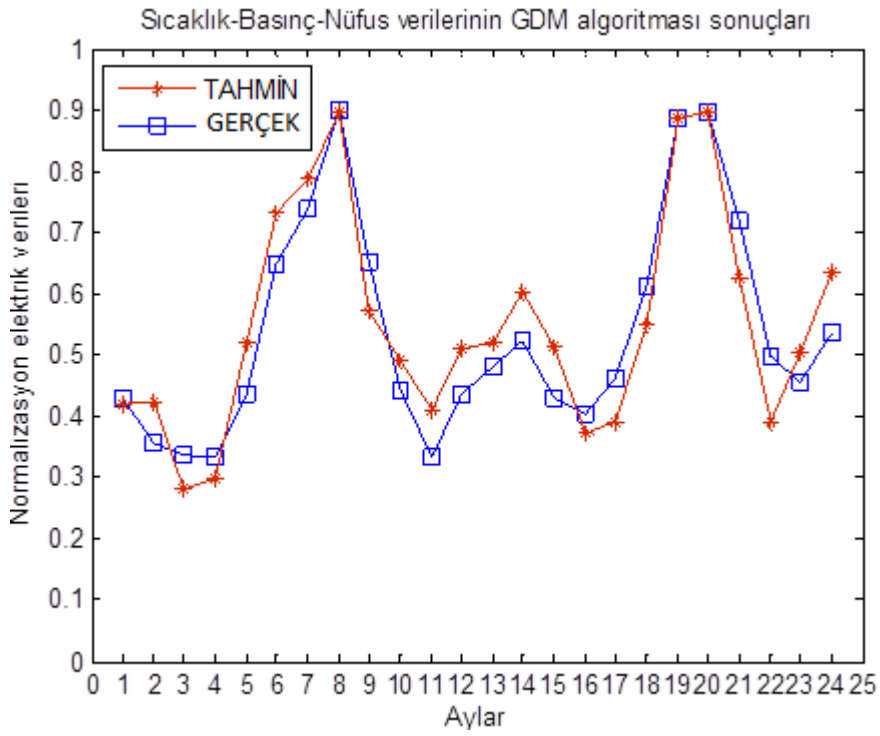
Şekil 56. Hızlı nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P RP ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



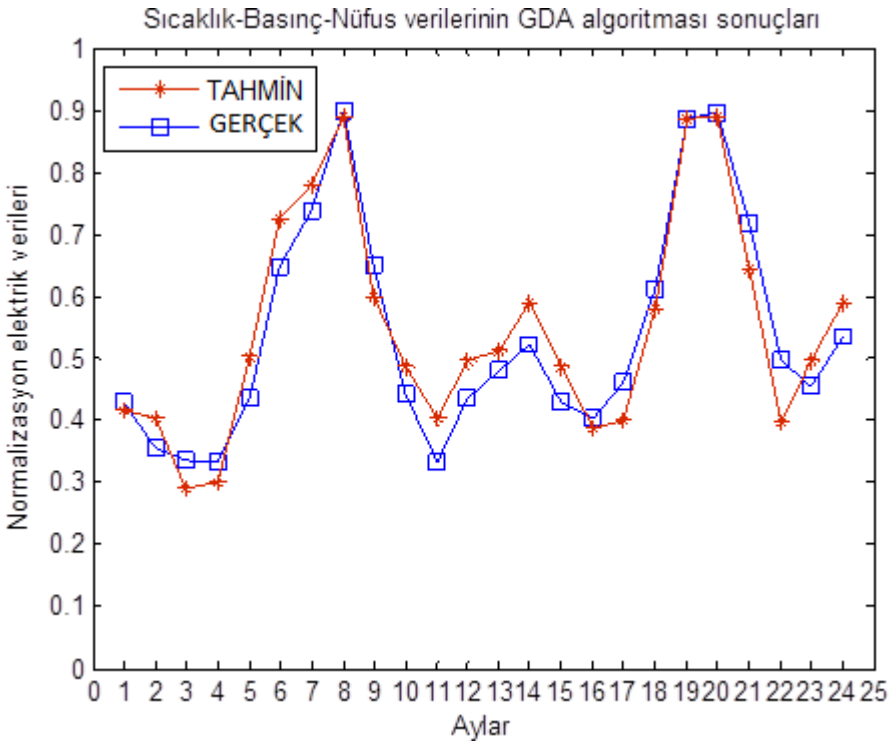
Şekil 57. Hızlı nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GD ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



Şekil 58. Hızlı nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GDX ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



Şekil 59. Hızlı nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GDM ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği



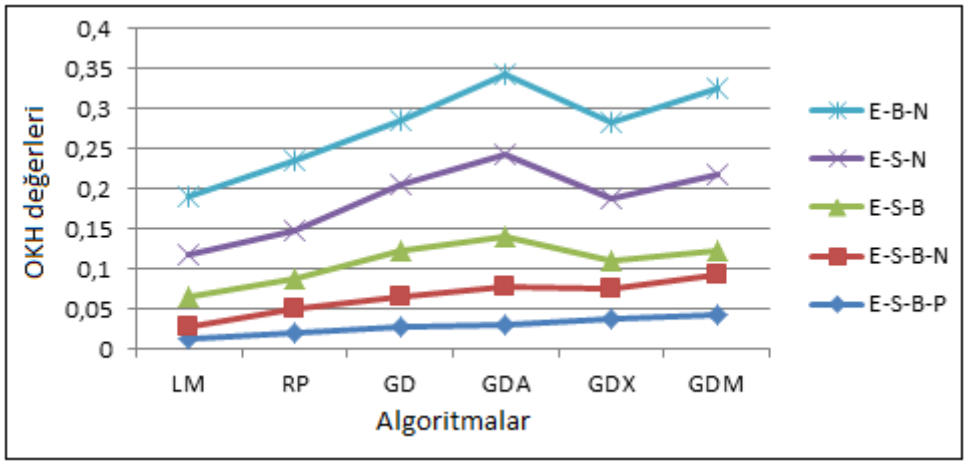
Şekil 60. Hızlı nüfus artışı baz alınarak E-S-B-P GDA ile bulunan 2010-2011 yılı elektrik grafiği

4.2 OKH DEĞERLERİ

Grafiklerde görülen sonuçlar 3 katmanlı ağ ve 5 farklı giriş ile aynı ağ kullanılarak oluşturulan modelin çıktılarıdır. YSA'da algoritmaları değerlendirebilmek için 2010-2011 yılları arası aylık E yük tahmini yapılmış ve OKH değerleri elde edilmiştir. Şekil 61'i ve Tablo 14'ü incelediğimizde modele giriş verisi olarak kullanılan veri çeşidinin artması OKH değerini düşürmektedir. Ayrıca beklendiği gibi P verisinin diğer veriler olan S, N ve B verisine göre elektrik yük tahmininde OKH değerini düşürdüğü görülmektedir. Giriş verilerine P verisi eklenince OKH değerlerinin yarı yarıya düştüğü görülmektedir.

Tablo 14. Model OKH değerleri ve ortalamaları

Algoritmalar	GİRİŞ VERİLERİ					ALGORİTMALARIN DEĞERLERİ		
	E-S-B-P	E-S-B-N	E-S-B	E-S-N	E-B-N	Ortalama	Min.	Max.
LM	0,0134	0,0141	0,0368	0,0535	0,073	0,0381	0,0012	0,0492
RP	0,0208	0,0291	0,0378	0,061	0,0856	0,0468	0,0162	0,8774
GD	0,0287	0,0361	0,0588	0,0807	0,0813	0,0571	0,0173	0,8221
GDA	0,0307	0,0458	0,0640	0,1018	0,1003	0,0685	0,0199	0,1021
GDX	0,0367	0,0391	0,0342	0,0779	0,0947	0,0565	0,0201	0,0976
GDM	0,0433	0,0495	0,0299	0,0957	0,1074	0,0651	0,0211	0,1098



Şekil 61. OKH değerleri

Bulunan OKH değerlerinin literatürde yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılması Tablo 15'te gösterilmiştir. Bulunan OKH değerinin sıfıra yakınlığı o tahminin doğruluğunu arttırmaktadır. YSA modellerinde literatürde ki algoritmaların OKH değerleri aşağıdadır.

- Saray ve ark.(2011); yaptıkları çalışmada aylık olarak LM algoritmasının Haziran ayı OKH değerini 0,0638, Temmuz ayınınkini 0,0395 ve Ağustos ayının ise 0,0167 olarak bulmuşlardır. Ortalama OKH değerleri ise 0,0835'dir.

- Ceylan ve Demirören (2004); çalışmalarında kullandıkları YSA ile OKH değerini 0,0902, 0,0572, 0,0797 ve 0,088 olarak bulmuşlardır. Ortalama OKH değeri 0,0916'dır.

- Çilliyüz ve arkadaşları (2006); çalışmalarında YSA ile OKH değerini 0,0746, 0,0658, 0,0742 ve 0,0851 olarak bulmuşlardır. Ortalama hata değerleri de 0,0749 olarak çıkmıştır.

Tablo 15. YSA OKH değerleri (Saray, 2012; Çilliyüz ve ark., 2006; Ceylan ve Demirören, 2004)

Çalışmalar	YSA OKH Değeri
Kaplan	**0,0381**
Saray	**0,0835**
Çilliyüz ve ark.	**0,0749**
Ceylan ve Demirören	**0,0916**

Oluşturulan modellerden ortaya çıkan OKH değerlerini kendi aralarında istatistiksel olarak kıyaslamak ve birbirleri arasındaki ilişkiyi incelemek için Analysis of Variance (ANOVA) yöntemi kullanılmıştır. ANOVA yöntemini kullanabilmek için bazı birtakım varsayımların yerine getirilmesi gerekmektedir (Gu, 2013).

- Bağımsız örnekleme
- Eşit varyans
- Normal dağılım

Bağımsız örnekleme; bu çalışmada kullanılan OKH değer verilerinin birbirinden bağımsız olup olmadığını test edebilmek için Leven's test uygulanmıştır. Test sonucunda p<0,05 üzerinden yapılan değerlendirilmede sonuç 0,021 çıkmıştır. Bu sebeple OKH değerlerinin birbirinden bağımsız olması koşulu sağlanmıştır.

Eşit varyans; çalışmada bulunan OKH değerleri ile oluşturulan grupların birbirleri ile olan ilişkileri ya da varyanslarının eşit olması gerekmektedir. Wald-Wolfowitz runs test grupların varyansını hesaplamak için uygulanmıştır.

Mean, denklemi Denklem 16'da gösterilmiştir.

$$\mu = \frac{2M_+M_-}{M} + 1 \tag{16}$$

Varyans denklemi Denklem 17'de gösterilmiştir (Wald ve Wolfowitz, 1940).

$$\sigma^2 = \frac{2M_+M_-(2M_+M_- - M)}{M^2(M-1)} = \frac{(\mu-1)(\mu-2)}{M-1} \tag{17}$$

Denklemlerdeki M_+ pozitif değerleri, M_- negatif değerleri σ ise varyansı göstermektedir. Yukarıdaki denklemleri gruplara uygulayarak grupların varyanslarının eşit olup olmadığı hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada varyansların eşit olması için p>0,05 kabul edilmiş ve 0,133 sonucu çıkmıştır. Bu durumda varyansların eşit olduğu görülmüştür.

Normal dağılım; çalışmada kullanılan OKH değerlerinin birbirleriyle olan ilişkilerini analiz etmede ANOVA yöntemini kullanabilmemiz için son şart olan normal dağılım için

Kolmogorov-Smirnov test yapılarak normalite belirlenmiştir. Kolmogorov – Smirnov, normalite testleri uygulamada kullanılır. Ayrıca KS istatistiğin bu sınıf içerisinde ortaya atılan tezin ya da dağılımın arasındaki en büyük dikey durumdaki farka dayanan bir testtir (Razali ve Wah, 2011; Conover, 1999).

$$m_1 < m_2 < \cdots < m_n \quad P = Sup_x|R^*(x) - R_n(x)| \tag{18}$$

(Razali ve Wah, 2011; Conover, 1999). Denklem 18'de Kolmogorov Smirnov testinin formülü gösterilmiştir. H_0 : R(x) = R^*(x) ve H_a : R(x) ≠ R^* (x)' dir (Razali ve Wah, 2011; Conover, 1999). Elimizde bulunan OKH değerlerine Kolmogorov simirnov testini uyguladığımızda anlamlılık değeri 0,89 çıkmıştır. 0,05 ve 0,1 değerinden çok daha büyük bir değer olduğu için H_0 olarak kabul edilebilir bir normalitedir. Bu testte SPSS (2014) programı kullanılarak yapılan incelemede p değeri 0,05 ten büyük çıkmıştır. Grupların p değerlerinin 0,05 değerinden büyük çıkması ise OKH değerlerinin normal dağılımı gösterdiği sonucuna varmamıza sebep olmuştur. Bütün şartlar yerine geldiği için Tablo 16'da ANOVA ile yapılan analiz sonucu görülmektedir. Tablo 16'dA OKH değerlerinin SPSS (2014) programında ANOVA ile istatistiksel analizi yapılmıştır. Analizde 2001-2011 yılı arası aylık (132'şer adet)OKH verisi kullanılmıştır. Altı adet algoritma ve beş adet giriş modeli ile otuz adet giriş modeli yani kısaca N= 132 x 30=3960 adet veri kullanılmıştır. Yapılan analizde α =0,05 anlamlılık değeri baz alınmıştır.

E-S-B-P giriş modeline göre her bir algoritmanın diğer algoritmayla ilgisi incelenmiş ve anlamlılık değerleri tespit edilmiştir. Bu analize göre LM algoritmasının diğer algoritmaları ile ilgisine göre RP algoritmasının p değeri 0,05'ten çok büyük çıkmış ve bu iki algoritma OKH değerlerinin birbirine yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca GDM algoritma

sonucu 0,05'ten küçük çıkmış ve bu iki algoritma olan LM ve GDM algoritmasının OKH değerleri arasında büyük fark olduğu sonucuna varılmıştır.

E-S-B-N giriş modeline göre her bir algoritmanın diğer algoritmayla ilgisi incelenmiş ve anlamlılık değeri tespit edilmiştir. Bu analize göre LM algoritmasını diğer algoritmalarla kıyaslarsak, RP algoritması ve GD algoritmasının p değeri 0,05'ten çok büyük çıkmış ve bu iki algoritmanın OKH değerlerinin birbirine yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca GDA algoritmasının anlamlılık sonucu 0,05'ten küçük çıkmış ve bu iki algoritma olan LM ve GDA algoritmasının OKH değerleri arasında büyük fark olduğu sonucuna varılmıştır.

E-S-B giriş modeline göre GDM algoritması ile GDA algoritması arasındaki anlamlılık değeri çok küçük çıkmıştır. Bu sonuca göre GDM ve GDA algoritmalarının OKH değerleri arasındaki fark büyüktür. E-S-N giriş modelinde LM algoritması anlamlılık değeri ile RP algoritması anlamlılık değeri arasındaki fark büyük çıkmış ve bunun sonucu olarak OKH değerleri arasındaki büyük fark olduğu sonucuna varılmıştır. Yine aynı analizle LM ve GDA arasındaki anlamlılık değeri çok küçük çıkmış ve OKH değerlerinin birbirinden ne kadar farklı olduğunu görülmüştür. E-B-N giriş modelinde ise LM algoritmasına göre GD,RP,GDX algoritmaları arasında anlamlılık değeri büyük çıkmış bunun sonucu olarak ta OKH değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bütün bu analizle ANOVA ile OKH değerleri incelenmiş ve değerlerin ortalamaları istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Tablo 16. Hata değerlerinin ANOVA ile istatistik analizi (SPSS, 2014)

ALGORİTMALAR LM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RPESBP	,000	46	,001	1,199	,232
GDESBP	,001	46	,004	1,403	,089
GDXESBP	,001	46	,002	1,362	,009
GDMESBP	,001	46	,001	1,310	,000
GDAESBP	,001	46	,003	1,661	,022

RP	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDESBP	,001	26	,002	1,115	,908
GDXESBP	,001	26	,003	,767	,078
GDMESBP	,000	26	,002	1,212	,000
GDAESBP	,001	26	,001	1,467	,090
LMESBP	,001	26	,001	,608	,927

GD	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LMESBP	,001	17	,001	1,177	,003
GDXESBP	,000	17	,002	1,048	,013
GDMESBP	,000	17	,001	1,512	,003
GDAESBP	,001	17	,001	3,659	,652
RPESBP	,000	17	,001	1,228	,254

GDA	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LMESBP	,001	17	,001	1,158	,000
GDXESBP	,000	17	,002	,972	,494
GDMESBP	,000	17	,002	,926	,005
RPESBP	,000	17	,002	1,152	,003
GDESBP	,001	17	,001	2,890	,417

GDX	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LMESBP	,001	33	,001	,758	,002
GDMESBP	,001	33	,003	3,697	,000
RPESBP	,000	33	,002	1,258	,194
GDESBP	,001	33	,003	1,599	,740
GDAESBP	,001	33	,002	1,537	,848

GDM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LMESBP	,001	38	,001	,670	,007
RPESBP	,000	38	,001	1,485	,042
GDESBP	,001	38	,002	,984	,081
GDAESBP	,001	38	,002	1,313	,147
GDXESBP	,002	38	,001	1,867	,801

LM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RPESBN	,001	44	,001	1,345	,912
GDESBN	,001	44	,001	,912	,625
GDXESBN	,001	44	,001	1,323	,134
GDMESBN	,001	44	,002	,458	,007
GDAESBN	,000	44	,003	,429	,009

RP	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDESBN	,001	26	,002	1,202	,925
GDXESBN	,001	26	,002	1,172	,280
GDMESBN	,000	26	,003	,714	,001
GDAESBN	,000	26	,001	,522	,007
LMESBN	,000	26	,002	,785	,757

GD	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDXESBN	,001	32	,002	1,008	,469
GDMESBN	,001	32	,004	1,204	,042
GDAESBN	,001	32	,003	1,051	,093
LMESBN	,000	32	,004	,689	,000
RPESBN	,001	32	,001	1,455	,326

GDX	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDMESBN	,001	40	,001	,697	,298
GDAESBN	,001	40	,002	1,403	,377
LMESBN	,000	40	,001	,874	,001
RPESBN	,001	40	,003	1,177	,006
GDESBN	,001	40	,001	1,099	,885

GDA	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDMESBN	,001	46	,003	1,493	,955
LMESBN	,000	46	,001	,689	,001
RPESBN	,001	46	,001	1,058	,004
GDESBN	,001	46	,003	1,275	,166
GDXESBN	,001	46	,003	1,485	,579

GDM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LMESBN	,001	55	,002	,682	,000
RPESBN	,001	55	,003	1,127	,001
GDESBN	,001	55	,003	1,363	,105
GDXESBN	,001	55	,003	,944	,585
GDAESBN	,001	55	,002	1,110	,934

LM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RPESB	,002	31	,001	7,228	,960
GDESB	,000	31	,001	,637	,008
GDXESB	,001	31	,001	,765	,801
GDMESB	,001	31	,003	1,204	,243
GDAESB	,001	31	,003	,667	,007

RP	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDESB	,001	32	,003	,763	,007
GDXESB	,001	32	,003	1,049	,648
GDMESB	,001	32	,002	1,382	,042
GDAESB	,001	32	,002	,882	,000
LMESB	,002	32	,007	5,570	,985

GD	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDXESB	,003	53	,005	10,323	,049
GDMESB	,001	53	,006	1,196	,000
GDAESB	,003	53	,007	10,406	,957
LMESB	,001	53	,004	,941	,088
RPESB	,001	53	,001	,836	,238

GDA	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDXESB	,003	54	,005	5,900	,047
GDMESB	,001	54	,006	1,118	,000
LMESB	,002	54	,006	1,056	,408
RPESB	,001	54	,001	,997	,498
GDESB	,003	54	,004	10,548	,925

GDX	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDMESB	,001	54	,001	1,031	,960
LMESB	,002	54	,002	1,203	,567
RPESB	,001	54	,003	1,000	,494
GDESB	,003	54	,003	11,027	,048
GDAESB	,003	54	,004	5,689	,000

GDM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LMESB	,001	28	,004	,833	,703
RPESB	,001	28	,005	1,192	,259
GDESB	,001	28	,005	1,232	,038
GDAESB	,001	28	,005	1,260	,009
GDXESB	,001	28	,001	1,143	,907

LM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RPESN	,002	50	,001	1,821	,804
GDESN	,023	50	,001	1,002	,004
GDXESN	,021	50	,001	4,617	,634
GDMESN	,021	50	,001	,814	,002
GDAESN	,045	50	,001	1,022	,001

RP	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDESN	,021	54	,001	,762	,040
GDXESN	,024	54	,002	1,033	,783
GDMESN	,023	54	,002	,806	,003
GDAESN	,051	54	,001	1,102	,000
LMESN	,001	54	,002	2,704	,932

GD	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDXESN	,053	79	,001	8,221	,997
GDMESN	,054	79	,001	3,970	,563
GDAESN	,068	79	,001	,905	,660
LMESN	,002	79	,001	2,407	,000
RPESN	,003	79	,001	3,118	,013

GDA	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDXESN	,050	87	,001	3,517	,047
GDMESN	,063	87	,001	2992,259	,866
LMESN	,002	87	,003	1,844	,000
RPESN	,003	87	,002	2,912	,009
GDESN	,053	87	,001	4,368	,466

GDX	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDMESN	,052	77	,001	3,639	,100
LMESN	,002	77	,002	2,564	,000
RPESN	,003	77	,001	2,091	,024
GDESN	,054	77	,001	7,531	,858
GDAESN	,069	77	,001	1,027	,005

GDM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LMESN	,002	80	,001	2,061	,003
RPESN	,003	80	,001	3,207	,000
GDESN	,052	80	,001	4,472	,766
GDAESN	,074	80	,001	1,116	,906
GDXESN	,050	80	,001	4,332	,659

LM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
RPENB	,056	79	,001	39,463	,755
GDENB	,056	79	,001	117,175	,924
GDXENB	,061	79	,001	1,080	,039
GDMENB	,083	79	,001	1,083	,000
GDAENB	,070	79	,001	,693	,006

RP	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDENB	,056	81	,001	81,143	,866
GDXENB	,065	81	,001	1,220	,926
GDMENB	,081	81	,001	,943	,008
GDAENB	,084	81	,001	,995	,016
LMENB	,055	81	,001	79,009	,866

GD	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDXENB	,065	80	,001	1,263	,187
GDMENB	,088	80	,001	1,203	,002
GDAENB	,073	80	,001	,745	,009
LMENB	,055	80	,001	130,961	,766
RPENB	,056	80	,001	45,912	,957

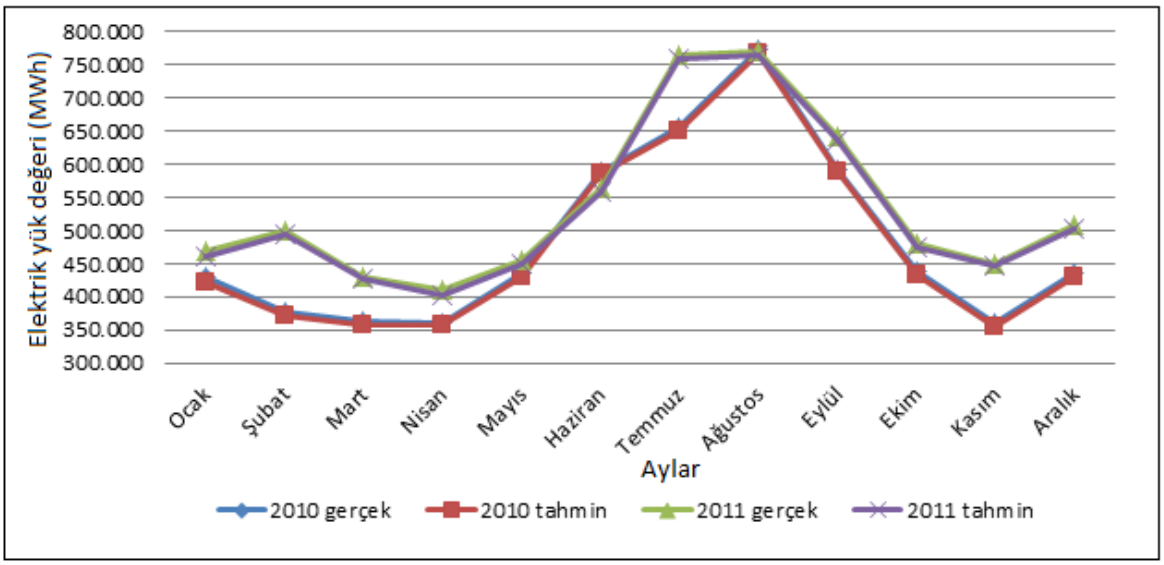
GDA	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDXENB	,097	90	,001	68,003	,866
GDMENB	,127	90	,001	8,705	,966
LMENB	,050	90	,001	3,963	,000
RPENB	,051	90	,001	3,926	,030
GDENB	,051	90	,001	4,104	,001

GDX	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
GDMENB	,127	88	,001	9,264	,866
LMENB	,049	88	,001	3,870	,000
RPENB	,050	88	,001	3,753	,030
GDENB	,051	88	,001	4,053	,010
GDAENB	,120	88	,001	3,494	,900

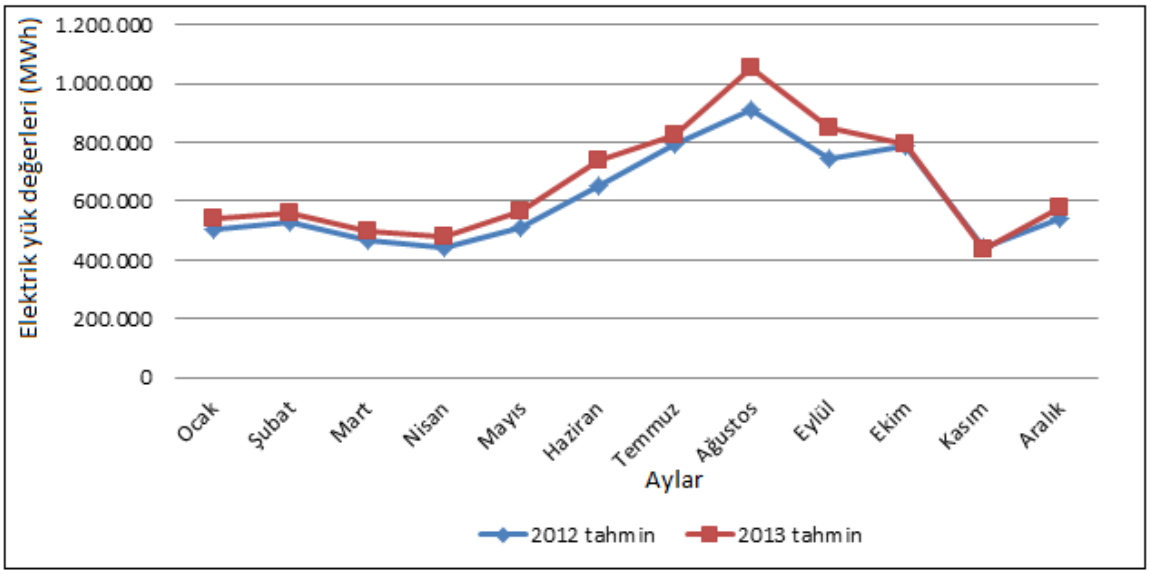
GDM	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LMENB	,050	86	,001	4,548	,000
RPENB	,050	86	,001	4,340	,043
GDENB	,051	86	,001	4,637	,013
GDAENB	,115	86	,001	2,766	,815
GDXENB	,095	86	,001	15,835	,659

4.3 MODELDEN ELDE EDİLEN MEVCUT VE GELECEK YILLARA AİT YÜK TAHMİNLERİ

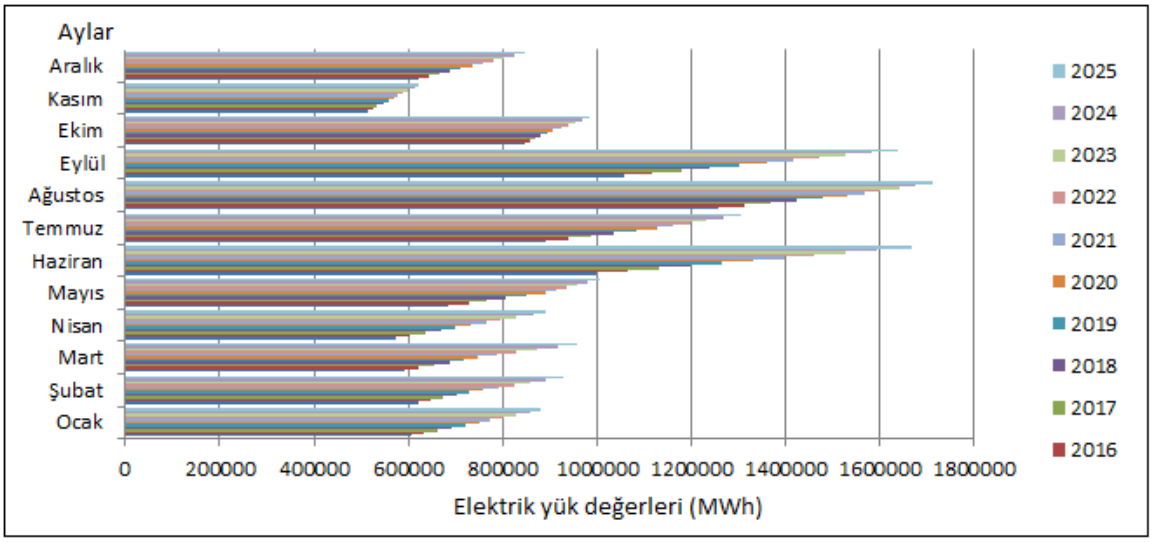
Oluşturulan YSA modelinde OKH değeri en düşük algoritma olan E-S-B-P giriş verisi ile LM algoritması kullanılarak 2010 ve 2011 yıllarına ait tahminler gerçek değerlerle karşılaştırılmış ve Şekil 62'te gösterilmiştir. Ayrıca mevcut model ile yapılan 2012 ve 2013 yıllarına ait tahmin değerleri Şekil 63'te, 2025 yılına kadar oluşturulan yük tahmin değerleri Şekil 64, Şekil 65 ve Şekil 66'da gösterilmiştir. Şekil 64, Şekil 65 ve Şekil 66'da nüfus artışı baz alınarak yapılan tahminde elektrik tüketiminin yaz aylarında arttığı görülmektedir. Elektrik tüketimi her yıl biraz daha artarak devam etmekte ve 2025 yılında maksimum seviyeye ulaşmaktadır. Ancak nüfus artış hızına göre tüketilen elektrik yük miktarı doğru orantılı olarak değişmektedir.



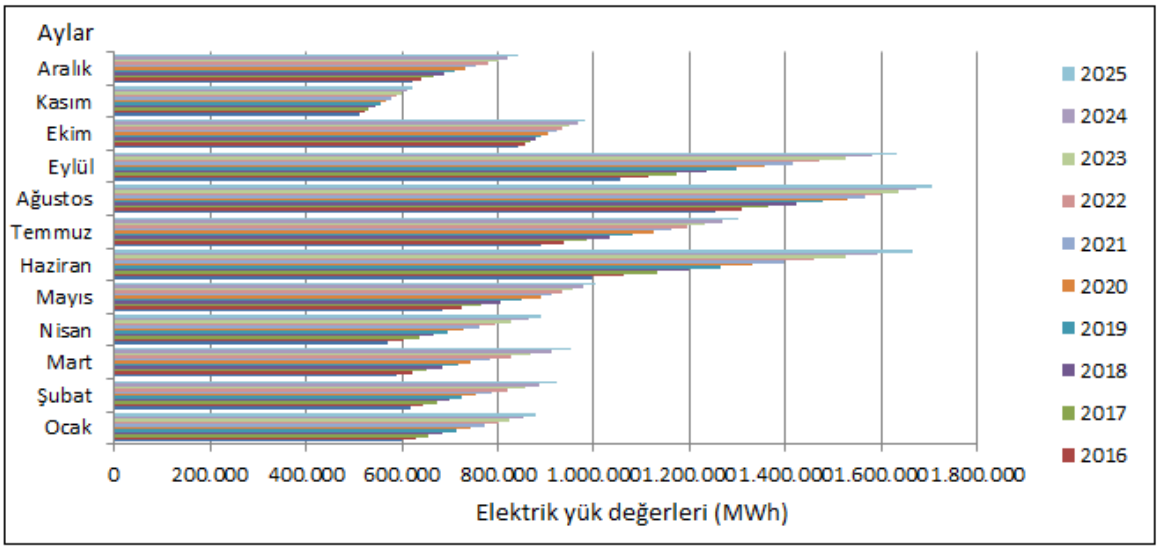
Şekil 62. 2010-2011 yıllarına ait LM algoritmasıyla yapılan tahmini elektrik yük değerleri



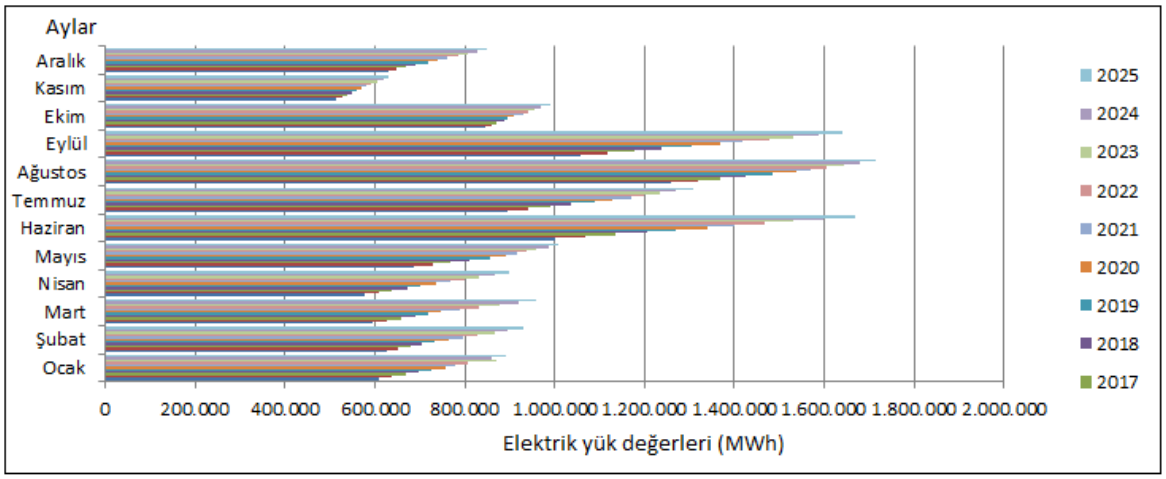
Şekil 63. 2012-2013 yıllarına ait LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri (MWh)



Şekil 64. Normal P artışı düşünülerek E-S-B-P LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri



Şekil 65. Yavaş P artışı düşünülerek E-S-B-P LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri

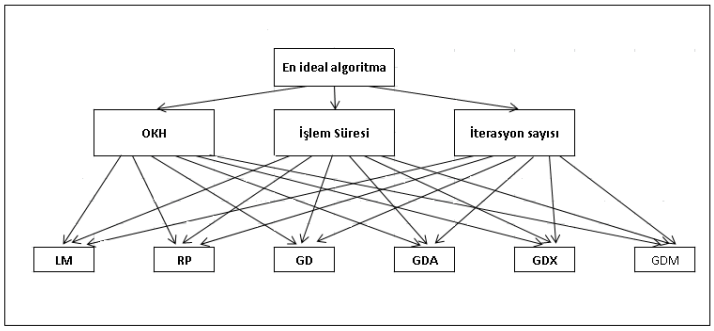


Şekil 66. Hızlı P artışı düşünülerek E-S-B-P LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri

4.4 AHS İLE OLUŞTURULAN MODELİN SONUÇLARI

Modelden alınan tahmin sonuçları ile en verimli algoritma tespiti yapılabilir. Fakat algoritmalar arasında sıralama yapılırken, kriter olarak sadece OKH değerlerinin

kullanılmak istenilmemesi halinde ise başka kriterler eklenerek en verimli algoritma tespiti AHS kullanılarak gerçekleştirilebilir. Yapılan bu çalışmada üç kriterli bir AHS modeli oluşturulmuştur. Bu model Şekil 67'te gösterilmiştir.



Şekil 67. AHS Modeli

AHS yapısı ile oluşturulan modelde '' Hedef '' olarak en ideal algoritma seçilmiştir. Kriter olarak ise OKH değeri, işlem süresi ve iterasyon sayısı atanmıştır. Bunların seçilmesindeki amaç ise OKH değerlerinin algoritma seçmede büyük etkisinin olmasıdır. İterasyon sayısı algoritmanın kapladığı bilgisayar belleği bakımından tercih nedeni olmasıdır. Son olarak işlem süresinin seçilmesindeki neden ise algoritmaların işlemleri çözümü sırasındaki zaman açısından tercih edilmiştir. OKH değerleri Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo 17.OKH değerleri ve ağırlıklar

		Gerçek değerler					**Ağırlık değerleri**					
	E-S-B-P	E-S-B-N	E-S-B	E-S-N	E-B-N	ORT	E-S-B-P	E-S-B-N	E-S-B	E-S-N	E-B-N	ORT
LM	0,0134	0,0141	0,0368	0,0535	0,0730	0,0381	0,3103	0,1868	0,1718	0,1772	0,1730	0,2038
RP	0,0208	0,0291	0,0378	0,0610	0,0856	0,0468	0,1999	0,1727	0,1710	0,1740	0,1684	0,1772
GD	0,0287	0,0361	0,0588	0,0807	0,0813	0,0571	0,1449	0,1662	0,1550	0,1657	0,1700	0,1603
GDA	0,0307	0,0458	0,0640	0,1018	0,1003	0,0685	0,1355	0,1571	0,1510	0,1567	0,1630	0,1527
GDX	0,0367	0,0391	0,0342	0,0779	0,0947	0,0565	0,1133	0,1634	0,1738	0,1668	0,1650	0,1565
GDM	0,0433	0,0495	0,0299	0,0957	0,1074	0,0651	0,0960	0,1536	0,1771	0,1593	0,1603	0,1493

Tablo 18. İşlem süresi değerleri ve ağırlıklar

Algoritmalar	Gerçek değerler (saniye)	Ağırlıklı değerler
LM	19.88	0,24996
RP	19.97	0,24987
GD	39.88	0,12521
GDA	38.99	0,12507
GDX	40.01	0,12499
GDM	40.03	0,12490

İşlem süresi bakımından algoritmaların ağırlıkları Tablo 18'de gösterilmiştir. GD, GDA, GDX ve GDM algoritmalarının iterasyon sayısı ve işlem süresinin birbirine çok yakın olmasının diğer algoritmaların GD algoritmasının türevi olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tablo 19'de gösterilen değerler ise iterasyon sayısı bakımından algoritmaların kendi aralarındaki ağırlıklarıdır.

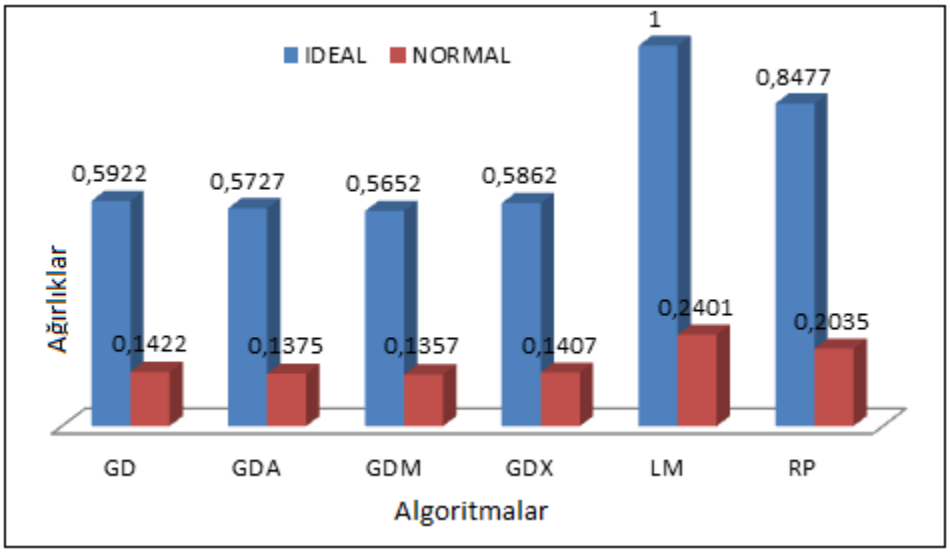
Tablo 19. İterasyon sayısı değerleri ve ağırlıklar

Algoritmalar	Gerçek değerleri (iterasyon sayısı)	Ağırlıklı değerleri
LM	127	0,34825
RP	210	0,21081
GD	398	0,11028
GDA	401	0,11020
GDX	403	0,11014
GDM	397	0,11032

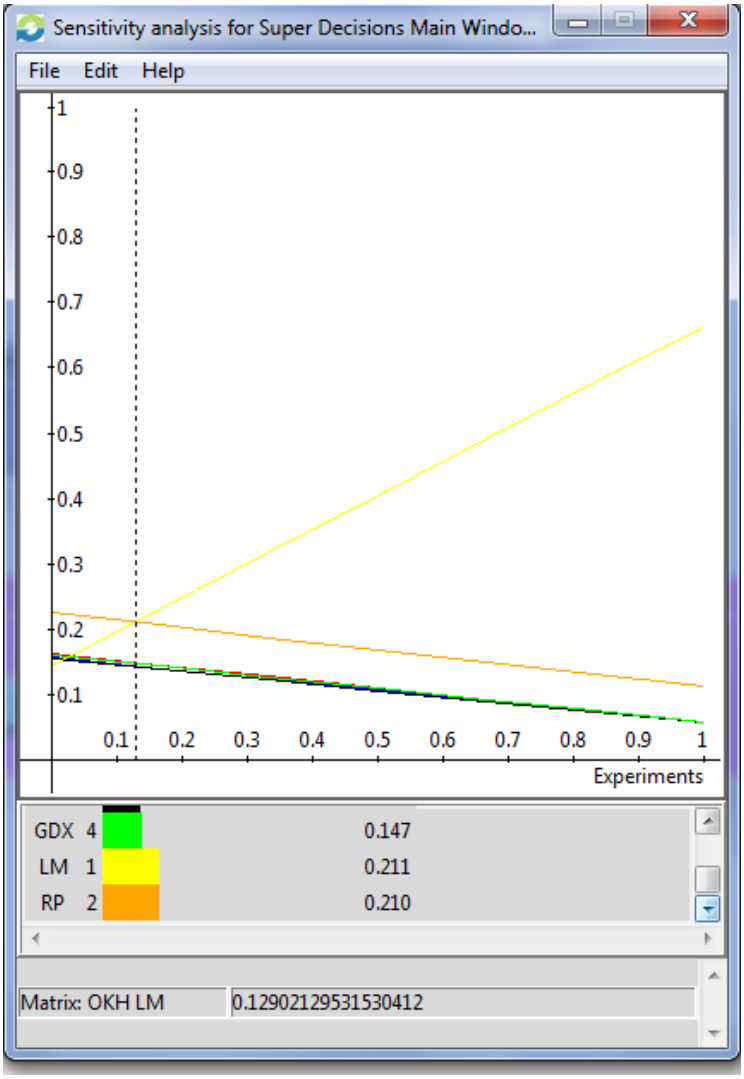
Ayrıca OKH değeri, iterasyon sayısı ve işlem süresinin kendi aralarında ağırlıkları değerlendirilirken, iterasyon sayısı ve işlem süresi ağırlık değerleri eşit alınmıştır. Yapılan

çalışma ağırlıklı olarak OKH değerlerinin baz aldığı için, OKH değer ağırlığı ise diğer kriterlerin ağırlığından iki kat bir değer olarak atanmıştır. Süper Desicions (2014) programı ile hazırlanmış model ve modelin çözümü şekillerle gösterilmiştir.

Şekil 68'de E-S-B-N giriş verileri kullanılarak oluşturulan modelin çözümünden elde edilen OKH değeri, iterasyon sayısı ve çalışma süresi ile tasarlanan AHS modelinin sonucu gösterilmiştir. Bu sonuçlarda LM algoritması diğer algoritmalara kıyasla daha kullanışlı çıkmıştır. E-S-B-N giriş değerleri ile oluşturulan modelin duyarlılık analizi Şekil 69'da gösterilmiştir. LM ve RP algoritması, OKH değerinin 0,1290 alındığı değerde kesişmektedir. Yani OKH değeri 0,1290'ten düşük bir değer alınırsa LM algoritmasının önceliği RP algoritmasına geçecektir.

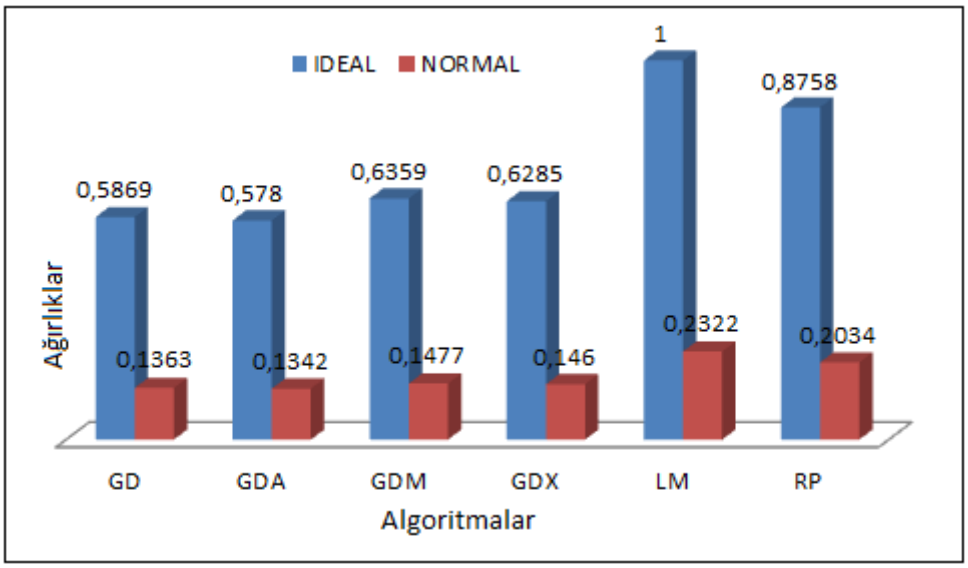


Şekil 68. E-S-B-N giriş verileri ile oluşturulan modelin sonucu (Super decisions, 2014)

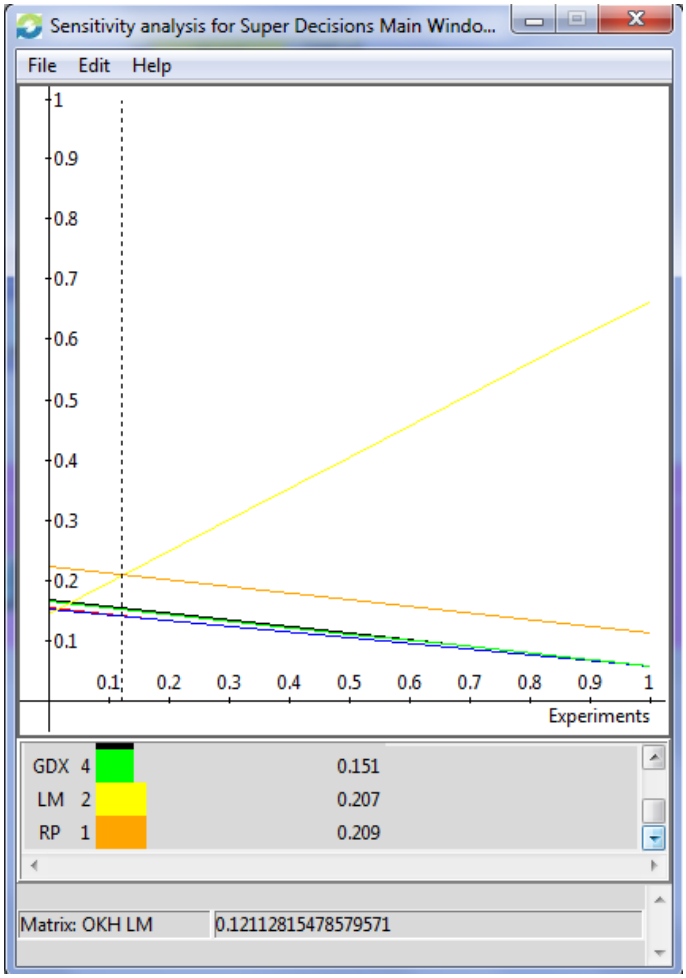


Şekil 69. E-S-B-N giriş verileri ile duyarlılık analizi (Super decisions, 2014)

Şekil 70'de E-S-B giriş verileri kullanılarak oluşturulan modelin çözümünden elde edilen OKH değeri, iterasyon sayısı ve çalışma süresi ile tasarlanan AHS modelinin sonucu gösterilmiştir. Bu sonuçlarda LM, RP ve GDM algoritması sırasıyla diğer algoritmalara kıyasla daha kullanışlı çıkmıştır. E-S-B giriş değerleri ile oluşturulan modelin duyarlılık analizi Şekil 71'de gösterilmiştir. LM ve RP algoritması, OKH değerinin 0,1211 değerinde kesişmektedir. Yani OKH değeri 0,1211'ten düşük bir değer alınırsa LM algoritmasının önceliği RP algoritmasına geçecektir.

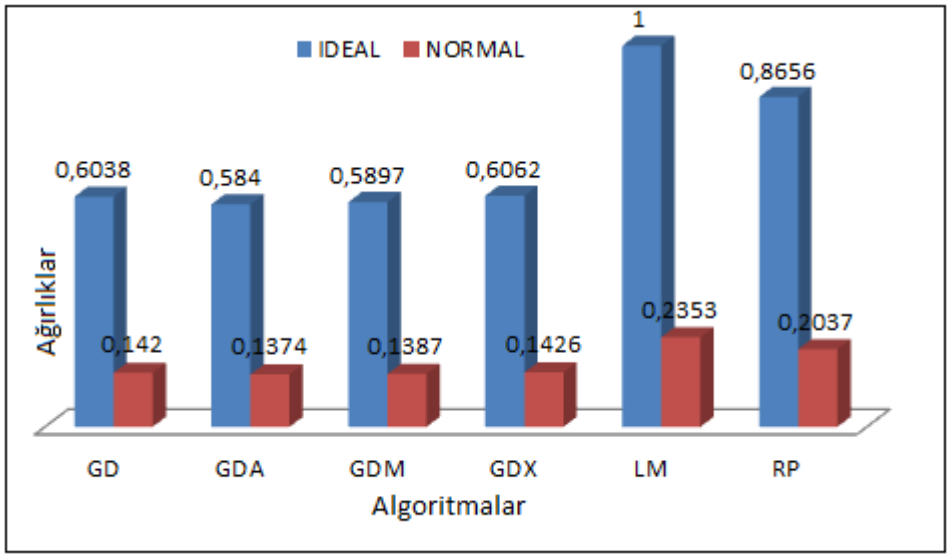


Şekil 70. E-S-B giriş verileri ile oluşturulan modelin sonucu (Super decisions, 2014)



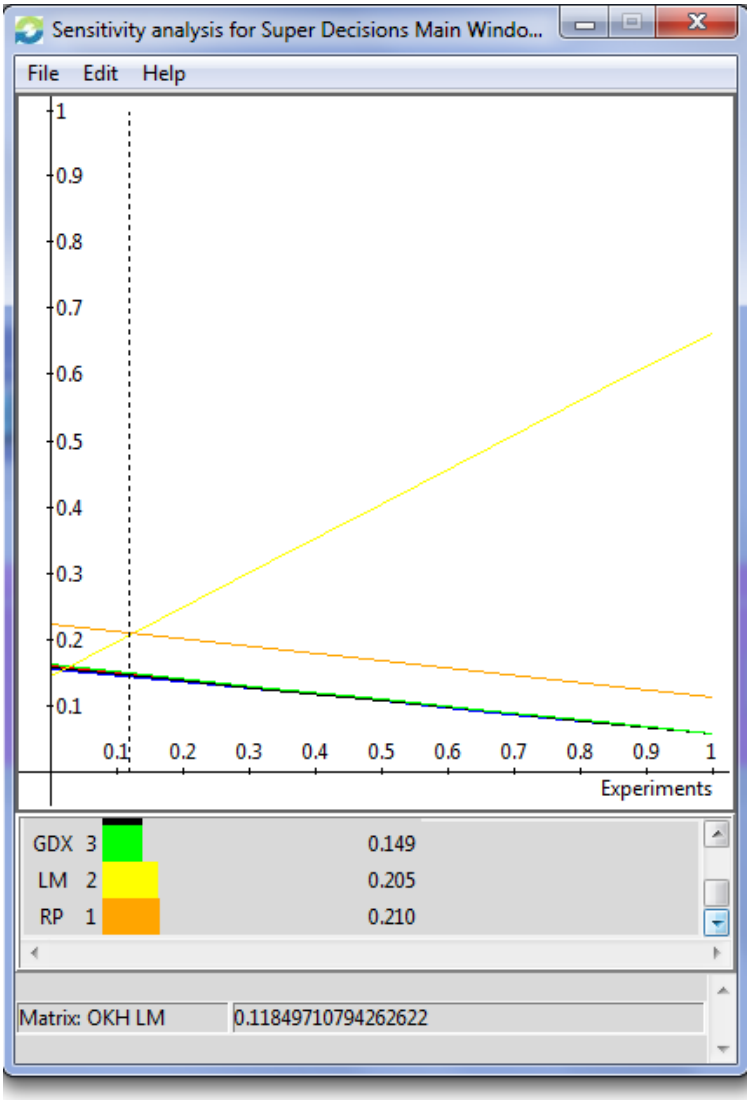
Şekil 71. E-S-B giriş verileri ile duyarlılık analizi (Super decisions, 2014)

Şekil 72'de E-S-N giriş verileri kullanılarak oluşturulan modelin çözümünden elde edilen OKH değeri, iterasyon sayısı ve çalışma süresi ile tasarlanan AHS modelinin sonucu gösterilmiştir. Bu sonuçlarda LM, RP algoritması sırasıyla diğer algoritmalara kıyasla daha kullanışlı çıkmıştır.



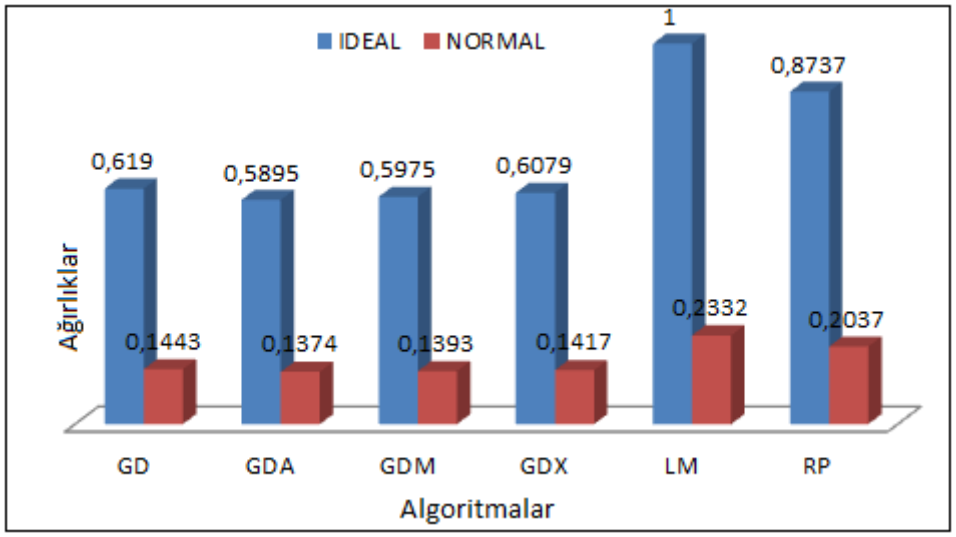
Şekil 72. E-S-N giriş verileri ile oluşturulan modelin sonucu (Super decisions, 2014)

E-S-N giriş değerleri ile oluşturulan modelin duyarlılık analizi Şekil 73'te gösterilmiştir. LM ve RP algoritması, OKH değerinin 0,1184 alındığı değerde kesişmektedir. Yani OKH değeri 0,1184'ten düşük bir değer alınırsa LM algoritmasının önceliği RP algoritmasına geçecektir.

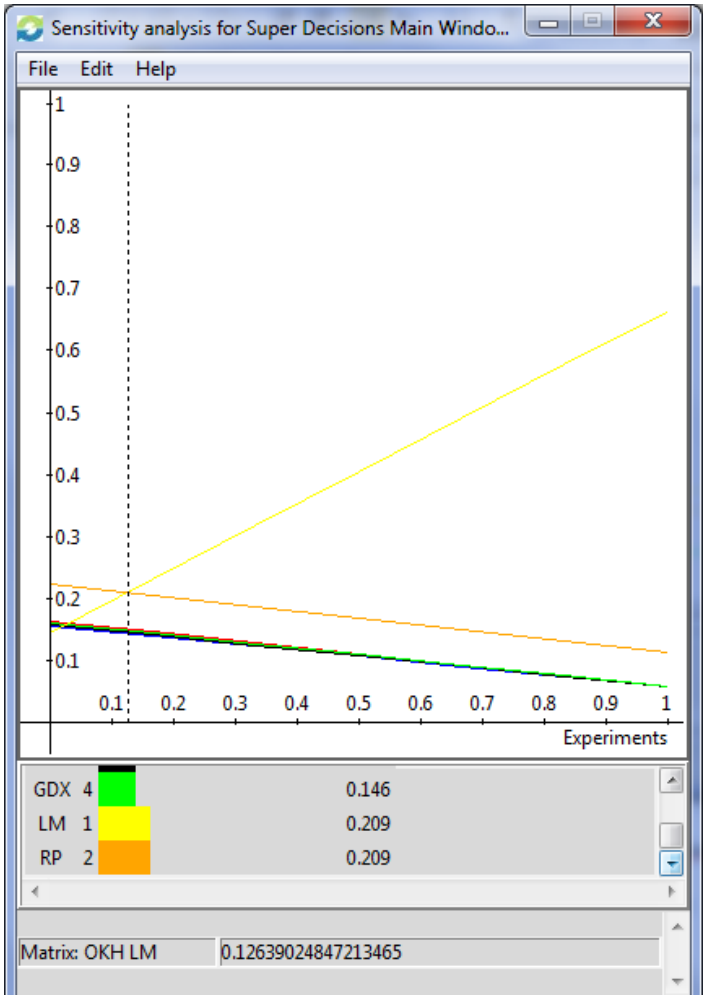


Şekil 73. E-S-N giriş verileri ile duyarlılık analizi (Super decisions, 2014)

Şekil 74'te E-B-N giriş verileri kullanılarak oluşturulan modelin çözümünden elde edilen OKH değeri, iterasyon sayısı ve çalışma süresi ile tasarlanan AHS modelinin sonucu gösterilmiştir. Bu sonuçlarda LM, RP ve GD algoritması sırasıyla diğer algoritmalara kıyasla daha kullanışlı çıkmıştır. E-N-B giriş değerleri ile oluşturulan modelin duyarlılık analizi Şekil 75'de gösterilmiştir. LM ve RP algoritması, OKH değerinin 0,1263 alındığı değerde kesişmektedir. Yani OKH değeri 0,1263'ten düşük bir değer alınırsa LM algoritmasının önceliği RP algoritmasına geçecektir.

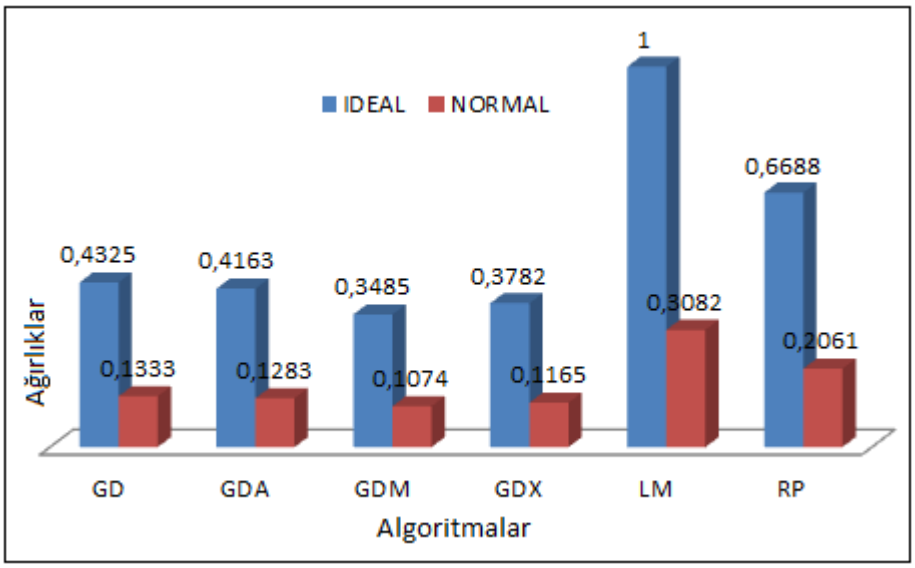


Şekil 74. E-B-N giriş verileri ile oluşturulan modelin sonucu (Super decisions, 2014)

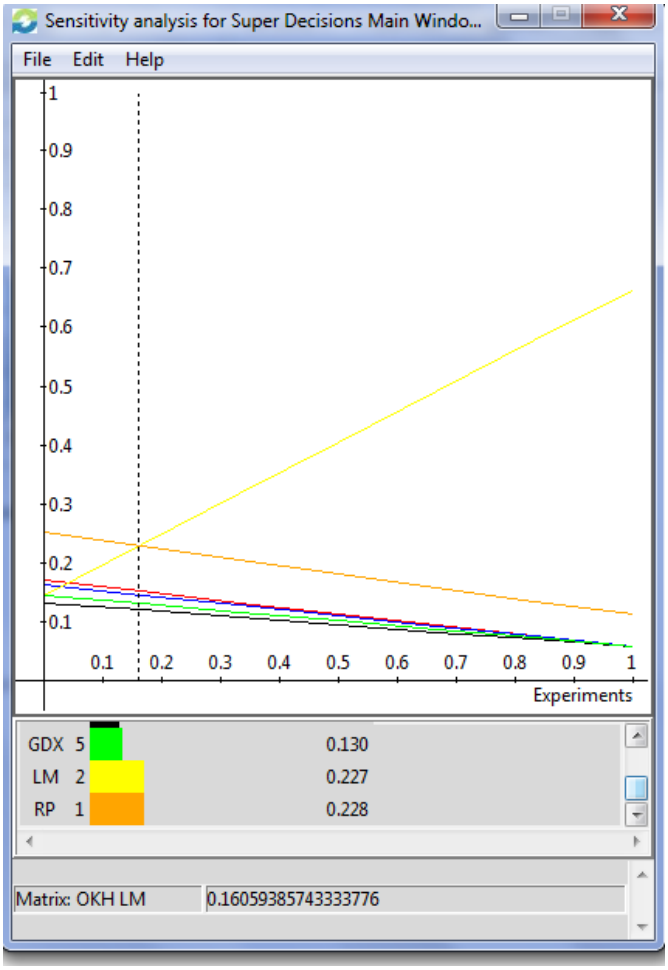


Şekil 75. E-N-B giriş verileri ile duyarlılık analizi (Super decisions, 2014)

Şekil 76'da E-S-B-P giriş verileri kullanılarak oluşturulan modelin çözümünden elde edilen OKH değeri, iterasyon sayısı ve çalışma süresi ile tasarlanan AHS modelinin sonucu gösterilmiştir. Bu sonuçlarda LM, RP algoritması sırasıyla diğer algoritmalara kıyasla daha kullanışlı çıkmıştır. E-S-B-P giriş değerleri ile oluşturulan modelin duyarlılık analizi Şekil 77'de gösterilmiştir. LM ve RP algoritması, OKH değerinin 0,1605 alındığı değerde kesişmektedir. Yani OKH değeri 0,1605'ten düşük bir değer alınırsa LM algoritmasının önceliği RP algoritmasına geçecektir.



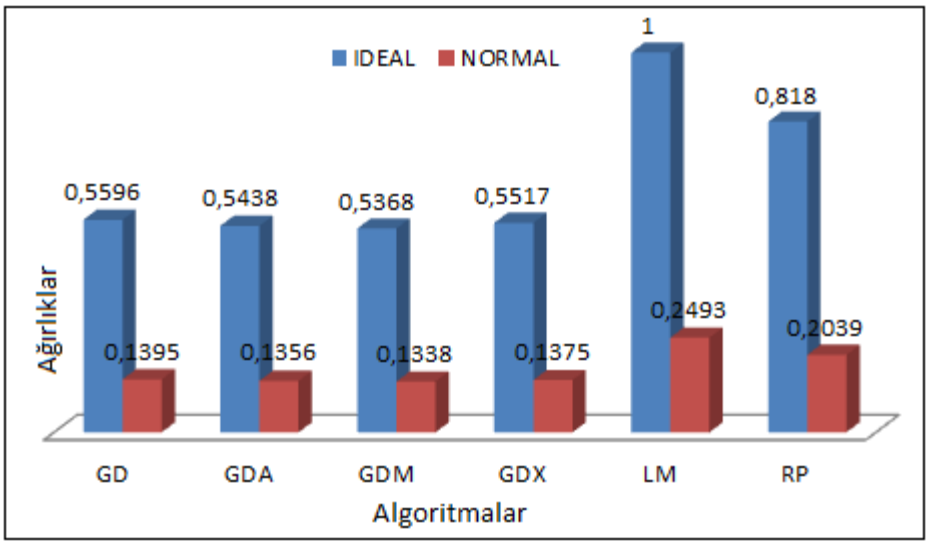
Şekil 76. E-S-B-P giriş verileri ile oluşturulan modelin sonucu (Super decisions, 2014)



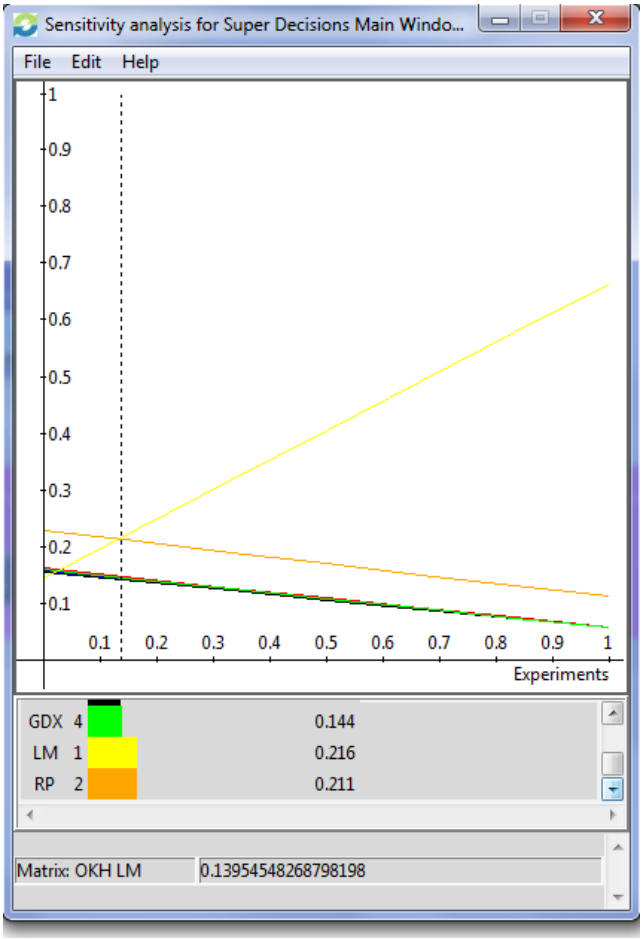
Şekil 77. E-S-B-P giriş verileri ile duyarlılık analizi (Super decisions, 2014)

Şekil 78'de ortalama değerler kullanılarak oluşturulan modelin çözümünden elde edilen modelinin sonucu gösterilmiştir. Bu sonuçlarda LM, RP algoritması sırasıyla diğer algoritmalara kıyasla daha kullanışlı çıkmıştır.

Ortalama ağırlıklar kullanılarak oluşturulan modelin duyarlılık analizi Şekil 79'da gösterilmiştir. LM ve RP algoritması, OKH değerinin 0,1395 alındığı değerde kesişmektedir. Yani OKH değeri 0,1395'ten düşük bir değer alınırsa LM algoritmasının önceliği RP algoritmasına geçecektir.



Şekil 78. Ortalama değerler ile oluşturulan modelin sonucu (Super decisions, 2014)



Şekil 79. Ortalama değerler ile duyarlılık analizi (Super decisions, 2014)

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada, YSA yardımıyla Antalya iline ait elektrik yük tahmini baz alınarak, YSA'nın en sık kullanılan LM, RP, GD, GDM, GDA ve GDX algoritmaları kendi aralarında kıyaslanmıştır. Türkiye'nin en fazla göç alan kentlerinden biri olması ve ülkemizde turizm açısından da çok önemli bir yere sahip olması sebebiyle, bu çalışmada Antalya ilinin verileri kullanılmıştır. Kullanılan veriler MGM ve TEİAŞ'tan alınmış olup 2001-2011 yılları arasındaki aylık E, S, N, B ve P değerlerini kapsamaktadır. Tezde kullanılan E değeri geçmişte tüketilen elektrik verisi olup ağın öğrenme sürecine etkisinden dolayı tercih edilmiştir.

Çalışmada oluşturulan elektrik yük modeli MATLAB programı YSA araç kutusu ile geri beslemeli 3 katmalı bir ağ olarak tasarlanmış ve çözülmüştür. Giriş verilerine göre beş adet model tasarlanmıştır. Daha önceki çalışmalarda iki girişli modeller oluşturulduğu için, modelde kullanılan giriş verisi grupları, üçlü ve dörtlü olarak seçilmiştir. Modellerde E-S-B-P, E-S-N-B, E-S-N, E-B-N, E-B-S giriş verileri kullanılarak LM, GD, RP, GDM, GDA, GDX algoritmaları yardımıyla otuz adet tahmin değeri bulunmuştur. Tahmin değerlerinin çok artarak karmaşa yaratmaması için beş adet model oluşturulmuştur. Bulunan değerlere bakıldığında E-S-B-P giriş verileri ile oluşturulan model diğer modellere göre daha iyi sonuç vermiştir. Modelin sonucunda E-S-B-P giriş verileri ile LM algoritması OKH değeri 0,0134, RP algoritması OKH değeri 0,0208, GD algoritması OKH değeri 0,0287, GDA algoritması OKH değeri 0,0307, GDX algoritması OKH değeri 0,0367 ve GDM algoritması OKH değeri ise 0,0433 çıkmıştır. Oluşturulan model ile 2025 yılına kadar aylık elektrik yük tahminleri yapılmıştır. Ancak yetkili kuruluşlardan aylık nüfus verisi bulunamadığından dolayı, geçmiş

yıllara ait yıllık nüfus verileri aritmetik yöntem yardımıyla aylıklara bölünmüş ve nüfus artış hızına göre yavaş nüfus artışı, normal nüfus artışı ve hızlı nüfus artışı baz alınarak tahminler yapılmıştır. Aylık nüfus verilerinin öğrenilememesi eksiklik olarak değerlendirilmiş alınan sonuçların doğruluğu tam olarak tespit edilememiştir. Nüfus artışının aylık olarak takibinin yapılarak ayrıntılı olarak analiz edilmesi daha iyi sonuçlar alınması açısından önemlidir. Hesaplanan OKH değerleri SPSS programında ANOVA kullanılarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Analize göre OKH değerleri hata yayılımı kabul edilebilir ($\alpha = 0,05$) değerler arasında çıkmıştır. Elde edilen OKH değeri, iterasyon sayısı, işlem süresi gibi kriterleri baz alan bir üç kriterli AHS modeli geliştirilmiş ve bu YSA algoritmaları SuperDecisions programı yardımıyla AHS modeli kullanarak sıralanmıştır. AHS modelinin çözümünde, E-S-B-P giriş verileri ile oluşturulan modelin sonuçlarından LM algoritması 0,2401 ve RP algoritması 0,2035 ağırlık değerleri ile diğer algoritmalardan daha iyi sonuç vermiştir. E-S-B giriş verileri ile oluşturulan modelin sonuçlarına göre ise LM algoritması 0,2322 ve RP algoritması 0,2034 ağırlık değerleri ile diğer algoritmalardan daha iyi çıkmıştır. E-S-N giriş verileri ile oluşturulan modelin sonuçlarına göre ise LM algoritması 0,2353 ve RP algoritması 0,2037 ağırlık değeri ile ideal çıkmıştır. E-B-N giriş verileri ile oluşturulan modelin sonuçlarına göre ise LM algoritması 0,2332 ve RP algoritması 0,2037 ağırlık değerleri ile diğer algoritmalardan daha iyi değerler vermiştir. Ve son olarak E-S-B-P giriş verileri ile oluşturulan modelin sonuçlarına göre LM algoritması 0,3082 ve RP algoritması 0,2061 ağırlık değerleri ile diğer algoritmalardan daha iyi sonuç vermiştir. Tüm giriş verilerine göre algoritmalar değerlendirildiğinde, E-S-B-P giriş

değerlerine göre LM algoritması diğer giriş modellerinin algoritmalarına göre daha ideal algoritma olarak tespit edilmiştir.

Bir yerleşim yerinin elektrik yük tahmininin yapılması, o ile yapılacak olan yatırımlara yön verir. Elektrik tüketiminin gittikçe artması ve plansız enerji tüketimi, enerji sıkıntılarına yol açıp, insanların hayat kalitelerinin düşmesine sebep olabilir. Yaptığımız bu çalışma ile elektrik yük tahminlerinde YSA'nın LM algoritmasının, diğer algoritmalara göre en iyi algoritma olduğu görülmüştür. Elektrik yük tüketimine etki edecek meteorolojik değerler ve nüfus modelde kullanılan giriş verileri seçiminde son derece etkilidir. Bu çalışmada ayrıca bir yerleşim yerinin elektrik yük tahmini sırasında modelde kullanılan en ideal giriş verilerinin sıcaklık, basınç ve nüfus olduğu görülmüştür.

Ayrıca bu çalışmada YSA'da en aktif olarak kullanılan altı adet algoritma kullanılmıştır. Algoritma oluşturmaktan ziyade mevcut kullanılan algoritmalar tercih edilerek kendi aralarında algoritmaların sıralaması yapılmıştır. Bu çalışmaya ilave olarak, giriş verisi artırılabilir, ağ yapısı değiştirilebilir, algoritma sayısı artırılabilir. Kullanılan model ile daha uygun yeni algoritma tasarlanarak çalıştırılır ve algoritmanın ideal değer verip vermediği gözlemlenebilir.

Devlet kurumlarından temin edilen 2001-2011 yılları arası aylık E, S, N, B ve P verileri kullanılmıştır. Geçmiş yıllara ait E verilerinin kullanılmasının sebebi ağın hızlı ve doğru öğrenme sağlamasıdır. Verilerin aylık olarak kullanılmasının sebebi ise kurumlardan alınan aylık verilerin, günlük ve saatlik verilere göre daha güvenilir olmasıdır. Giriş verilerinin çeşitliliğinin artması OKH değerinin azalmasına sebep olacaktır. Ayrıca bu çalışmada

oluşturulan modeller üç ve dört girişli olarak seçilmiştir. Bunun sebebi ise daha önce yapılan çalışmalarda iki girişli modellerin kullanılmış olmasıdır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda oluşturulan modele başka giriş verileri eklenebilir. Modeller dört ya da daha fazla giriş verili olabilir.

Nüfus verisi, yetkili kuruluştan yıllık olarak temin edilmiştir. TÜİK'e göre Türkiye'de aylık nüfus verisi tutulmamaktadır. Tezde kullanılan aylık nüfus verisi, yıllık verinin aritmetik yöntemle dönüşümü sonucu ortaya çıkarılmıştır. Aylık nüfus verisinin bulunamaması tezin eksikleri içerisindedir. Aylık nüfus verisi elde edilerek tam ve kesin sonuç bulunabilir. Çünkü kullanılan aritmetik yöntem artış hızına dayalı bir yöntemdir. Buda mevcut Antalya iline yaz döneminde gelen turist sayısını hesaba katılmadığı anlamına geliyor. Yaz ve kış döneminde gelen turist sayısını da yetkili kuruluş olan TÜİK'ten öğrenemeyeceğimize göre nüfus verisinin aylık olarak detaylı bir analiz etmek gerekmektedir. Yapılacak bu analizle nüfusa dayalı artış tespit edilir ve tahmin yapılır.

Sadece YSA algoritmalarının kıyaslanıyor olması sebebiyle, tahmin sırasında regresyon analizi, bulanık mantık, genetik algoritma vb. yöntemler kullanılmamıştır. Bu algoritmaların her biri ayrı bir konu olup tahmin değerleri bakımından YSA ile karşılaştırılabilir.

Çalışmada karar kriterleri belirlenerek AHS uygulaması yapılmıştır. Ancak yapılacak çalışmalarda AHS modelinde kullanılan karar kriterleri arasında bağımlılık olabilir, bağımlılık olduğu zaman AHS yerine AAS modeli oluşturulup, sonuç alınabilir.

Enerji hesaplamalarında YSA'nın son derece gerçekçi ve kullanışlı bilgiler verdiği bu çalışmada görülmüştür. Sadece Antalya ili için yapılan bu çalışmada oluşturulan model Türkiye'nin diğer bölgeleri içinde son derece güvenli bir şekilde uygulanabilir. Alınan değerlerin analizi yapılarak bulunan değerlerin yararlı alanlarda kullanılması sağlanabilir.

6. KAYNAKLAR

Al-Naima F.M., Al-Timemy A. H., (2010) " Resilient Backpropagation Algorithm for Breast Biopsy Classification Based on Artificial Neural Networks", Computational Intelligenceand Modern Heuristics, 1(10):145-158.

Anderson J.A., (1972) "A Simple Neural Network Generating on Interactive Memory", Mathematical Biosciences, 14(3):197-220.

Asuncion A., ve Newman D. J., (2007) "UCI Machine Learning Repository", [http://www.ics.uci.edu/~mlearn/MLRepository.html]. Irvine, CA: University of California, Department of Information and Computer Science.

Aslan Y., Yaşar C., Nalbant A., (2006) "Kütahya İlinin Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Elektrik Puant Yük Tahmin", Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11:63-74.

Anderson D., McNeill G., (1992) "Artificial Neural Networks Technology", Kaman Science Corporation Report, 87, Rome.

BP (2012) "Statistical Review of World Energy", BP Statistical Review of Energy, 45.

Cavallaro F., (2005) "Electric Load Analysis Using an Artificial Neural Network", International Journal of Energy Research 29(5):377-392.

Ceylan G., Demirören A., (2004) "Yapay Sinir Ağları ile Gölbaşı Bölgesinin Kısa Dönem Yük Tahmini", ELECO'2004, 103-107, Bursa.

Çilliyüz Y., Aras F., İnal M., Karaçor M., (2006) "Yapay Sinir Ağları İle İklim Koşulları Etkili Bölgesel Yük Kestirimi", ELECO'2006, 69-73, Bursa.

Conover W.J., (1999) "Practical Nonparametric Statistics", Third Edition, John Wilay ve Sons, Inc. Newyork pp 428-433 (6.1).

Gu C., (2013) "Smoothing spline ANOVA models", Springer Series in Statistics, 297.

Güngör F., Biberci M.A., (2011) "360 Derece Performans Değerlendirme Yönteminin AHP Analizi ile Karşılaştırılması ve Bir Uygulama", ÜAS11, XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 23-24 Haziran 2011, 371-381, İstanbul.

Hasan Baltalar (2013), www.hasanbaltalar.com, Erişim tarihi: 30.06.2013.

Hamzaçebi C., ve Kutay F., (2004) "Yapay Sinir Ağları ile Türkiye Elektrik Enerjisi Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini", Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi 19(3):227-233.

Hamzaçebi C., (2011) "Yapay Sinir Ağları", Ekin Basım Yayıncılık, İstanbul.

Kalogirou, S.A., (1999) "Applications of Artificial Neural Networks in Energy Systems a Review", Energy Conversion And Management, 5(4):1073-1087.

Kohanen T., (1972) "Correlation matrix memories", IEEE Transaction on Computers 100(4):353-359.

Koç M. L., Balas C E., Arslan A., (2004) "Taş Dolgu Dalgakıranların Yapay Sinir Ağları ile Ön Tasarımı", İMO Teknik Dergi 15(4):3351-3375.

Lourakis M., Argyros A., (2004) “The Design And İmplementation Of A Generic Sparse Bundle Adjustment Software Package Based On The Levenberg-marquardt Algorithm”, Technical Report 340, Institute of Computer Science-FORTH, 1(2), Greece.

MGM (2013) “ Meteoroloji Genel Müdürlüğü Antalya İstasyonu Değerleri”, Antalya.

Memmedli M., ve Taş E., (2007), "BPM Algorithms with Near-optimal Learning Parameters", First International Conference on Soft Computing Technologies in Economy (ICSCTE-2007), Sayfa : 117-123.

Öztemel E., (2012) “Yapay Sinir Ağları”, Papatya Yayıncılık Eğitim, İstanbul.

Qian N., (1999) “On the momentum term in gradient descent learning algorithms”, Neural Networks, vol. 12, pp. 145-151.

Rehman M. Z., ve Nawi N. M., (2011) “Improving the Accuracy of Gradient Descent Back Propagation Algorithm (GDAM) on Classification Problems”,International Journal of New Computer Architectures and their Applications (IJNCAA), 1(4), 838-847.

Razali, N. M., ve Wah, Y. B. (2011) “Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests”, Journal of Statistical Modeling and Analytics, 2(1), 21-33.

Saaty T.L., (1995) “Decision Making For Leaders’’, 1995/1996 Edition Completely Revised, RWS Publications, Pittsburgh PA.

Saray U., (2012) “Rüzgar Potansiyelinin Yapay Sinir Ağları İle Analizi Ve Uygulaması”, Kırıkkale Üniversitesi Elektrik - Elektronik Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale.

Saray U., Lüy M., Çam E., (2011) “Amasya İli İçin Yapay Sinir Ağlarıyla Rüzgâr hızı tahmini”, Elektrik Elektronik Mühendisliği Günleri (EEMG), 29 Eylül- 1 Ekim 2011, 20-23, Ankara.

Sayıştay EÜAŞ (2011) “Sayıştay Başkanlığı Elektrik Üretim A.Ş Genel Müdürlüğü Raporu”, EÜAŞ, 206.

Singh, D., Singh. S. P., (2001) "A Self-Selecting Neural Network For Short-term Load Forecasting", Electric Power Components And Systems 29(2):117-130.

Super Decisions Software (2013), www.superdecisions.com, Erişim tarihi: 05.07.2013

Super Decisions Software (2014), www.superdecisions.com, Erişim tarihi: 12.04.2014

SPSS (2014) “SPSS Program”, 13.04.2014.

TEİAŞ (2012) “2011-2012 Yılı Karşılaştırılması”, İşletme Faaliyetleri Raporu, Türkiye Elektrik İletim A.Ş.

TEİAŞ (2012) “Faaliyet Raporu”, Türkiye Elektrik İletim A.Ş, 96.

TEİAŞ (2013) “Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Antalya verileri” Ankara.

TEDAŞ (2012) “2011 Yılı Faaliyet Raporu”, Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş., 55.

Timothy, L., Ruchti, R., Brow, H., Garside, J. J., (1992) “Estimation Of Artificial Neural Network Parameters For Nonlinear System Identification”, Proceedings of the 31st Conference on Decision and Control, 16-18 Aralık, Tuscon, Arizona, 2728-2733.

Torii M., ve Hagan M. T., (2002) “Stability of Steepest Descent with Momentum for Quadratic Functions”, IEEE Transactions on Neural Networks, vol. 13, pp.752-756.

Türkiye İstatistik Kurumu (2014), www.tuik.gov.tr, Erişim Tarihi: 01.04.2014

Uçar A., Balo, F., (2009) “Evaluation of Wind Energy Potential And Electricity Generation at Six Locations in Turkey”, Applied Energy, 86 (1):1864–1872.

Wald A., Wolfowitz J., (1940) “On a Test Whether Two Samples Are From The Same Population”, The Annals of Mathematical Statistics, 11(2), 147-162.

Yalçınöz T., Herdem S., Eminoğlu U., (2002) "Yapay Sinir Ağları ile Niğde Bölgesinin Elektrik Yük Tahmini", Elektrik Mühendisler Odası.

EK A

İSTANBUL KEMERBURGAZ ÜNİVERSİTESİ

21.01.2013

Sayı : B.30.2.KMB.0.70.00-770/37
Konu : Bitirme tezi hk.

METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Nüfus Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı
Yazılım ve Donanım Şube Müdürlüğüne
ANKARA

Üniversitemiz Fen Bilimleri Enstitüsü, Tezli Elektrik ve Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans programı, 113101004 numaralı öğrencisi Yalçın KAPLAN'ın bitirme tezi için Müdürlüğünüzden bazı verilere ulaşması gerekmektedir.

Adı geçen öğrencinin bilgileri ve öğrenciye gerekli olan veriler aşağıda verilmiştir.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Saygılarımla,

Prof. Dr. Yıldırım ÜÇTUĞ
Rektör

Öğrencinin Bilgileri;
Adı Soyadı: Yalçın KAPLAN
Telefon: 0535 337 19 84
Mail: ylcnkpln@mynet.com
Adres: Fevzi çakmak mah. Azizoğlu cad. No:32/8 Pendik/İSTANBUL

Öğrencinin Bitirme Tezi İçin Gerekli Veriler:
1- Antalya ilinin aylık (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık) olarak 2000-2012 yılı arası **SICAKLIK** verisi,
2- Antalya ilinin aylık (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)olarak 2000-2012 yılı arası **NEM** verisi,
3- Antalya ilinin aylık(Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık)olarak 2000-2012 yılı arası **BASINÇ** verisi,

Enstitü Bilgileri:
Mail: fbe@kemerburgaz.edu.tr
Telefon: 0 212 373 59 00
Adres : Abide-i Hürriyet Cad. Kocamansur Sok. No:46 Şişli/İstanbul

Mahmutbey Dilmenler Caddesi
No: 26 34217 Bağcılar - İSTANBUL
Tel: (212) 604 01 00 Faks: (212) 445 92 55
www.kemerburgaz.edu.tr

14.02.13
M.E

T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Sayı : 95579059-107-4523

28/01/2013

Konu : Rasat Bilgisi

İSTANBUL KEMERBURGAZ ÜNİVERSİTESİNE
Abide-i Hürriyet Cad. Kocamansur Sok. No:46
Şişli / İSTANBUL

İlgi: 21/01/2013 tarihli ve B.30.2.KMB.0.70.00-770/37 sayılı ve 3811 EBYS kayıt nolu yazı.

2

İlgi yazı ile istenilen bilgiler, Antalya Meteoroloji İstasyonumuzun rasat kayıtlarından çıkartılarak ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Numan ÇAM
Genel Müdür a.
Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanı

EK:
CD (1 adet)

T.C. İSTANBUL KEMERBURGAZ ÜNİVERSİTESİ
GELEN EVRAK

TARİH	KAYIT NO.
14.02.13	316

FBEM

14.02.13

Güvenli Elektronik İmzalı
Aslı İle Aynıdır.
Şaban ARSLAN
Rasatçı
28.01.2013

Bu evrak 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na göre elektronik olarak imzalanmıştır. http://ebys.mgm.gov.tr/dogrulama.aspx adresi üzerinden N0P1564525IQH kodu ile doğrulama yapabilirsiniz.

Küttükçüalibey Caddesi No : 4
Telefon : +90 312 359 75 45
e-posta : bilgi@mgm.gov.tr
06120 Kalaba/Ankara
Faks : +90 312 360 25 51
www.mgm.gov.tr

Normal P artışı düşünülerek E-S-B-P LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri (MWh)

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2015	606.245	620.245	591.765	572.654	685.746	999.698	890.321	1.256.342	1.056.324	845.632	512.689	621.354
2016	633.930	647.265	622.770	604.666	727.000	1.065.322	938.978	1.311.966	1.116.389	857.833	523.712	643.675
2017	662.609	674.250	652.985	637.212	766.658	1.133.176	986.630	1.367.590	1.177.714	869.087	534.677	667.237
2018	691.729	702.907	687.636	668.466	807.883	1.199.528	1.033.632	1.423.833	1.237.399	881.132	545.878	688.593
2019	720.427	729.261	717.294	698.487	851.134	1.265.560	1.082.284	1.479.074	1.299.755	893.164	557.203	710.908
2020	749.685	756.635	746.965	732.651	891.245	1.331.256	1.126.354	1.530.231	1.359.682	907.651	568.945	735.624
2021	774.819	790.635	788.586	765.196	913.566	1.397.581	1.161.975	1.566.233	1.416.003	922.674	578.966	757.945
2022	802.270	824.197	829.588	795.441	937.217	1.460.835	1.197.638	1.601.857	1.471.559	937.639	589.179	781.509
2023	828.872	858.162	871.744	826.697	957.538	1.528.383	1.232.869	1.639.399	1.527.880	952.660	600.380	801.824
2024	857.526	890.723	917.959	865.172	981.102	1.594.739	1.269.123	1.675.988	1.583.093	968.985	613.630	823.380
2025	881.345	926.578	956.245	891.245	1.005.624	1.665.245	1.305.241	1.709.865	1.635.689	983.654	623.154	845.621

Yavaş P artışı düşünülerek E-S-B-P LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri (MWh)

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2015	601.632	618.524	589.256	570.625	683.674	997.896	890.021	1.254.336	1.055.968	843.225	510.965	620.564
2016	630.365	644.526	620.760	602.325	725.220	1.063.225	936.659	1.310.669	1.115.668	855.338	521.217	640.998
2017	656.209	671.526	651.256	635.254	764.856	1.131.224	984.022	1.365.679	1.174.547	867.087	530.225	665.732
2018	683.965	700.257	682.666	665.621	805.388	1.198.365	1.031.665	1.421.337	1.235.405	880.231	543.968	686.395
2019	715.357	726.292	716.325	696.256	849.431	1.263.990	1.080.124	1.477.874	1.298.547	891.014	555.300	708.608
2020	744.562	754.655	743.569	730.225	889.542	1.330.297	1.124.663	1.529.223	1.357.268	905.156	566.556	733.427
2021	771.256	787.565	784.655	763.336	912.622	1.395.968	1.160.996	1.564.887	1.414.302	921.476	576.365	755.564
2022	800.401	821.765	827.256	793.456	935.117	1.458.834	1.195.865	1.600.654	1.470.955	935.936	587.114	780.908
2023	825.678	855.621	868.254	826.223	955.888	1.526.996	1.230.863	1.637.078	1.525.968	950.002	599.857	800.854
2024	854.265	885.235	913.255	864.110	979.201	1.592.998	1.267.332	1.672.188	1.581.001	968.996	611.036	821.098
2025	878.254	923.256	952.223	889.145	1.003.264	1.663.987	1.303.339	1.707.568	1.633.398	981.986	621.478	844.128

Hızlı P artışı düşünülerek E-S-B-P LM algoritması ile yapılan tahmini elektrik yük değerleri (MWh)

Yıl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2015	609.524	625.648	594.654	575.802	687.058	999.996	896.221	1.259.332	1.059.425	843.968	514.998	629.554
2016	636.564	650.635	626.014	609.618	729.698	1.068.078	940.789	1.318.325	1.119.399	859.869	525.968	649.014
2017	667.968	678.052	656.654	637.212	769.328	1.135.478	989.002	1.369.095	1.179.147	871.785	539.774	669.477
2018	698.658	705.254	689.332	671.035	809.663	1.205.663	1.035.236	1.425.023	1.238.032	887.669	549.774	689.008
2019	725.741	731.998	719.078	699.998	855.995	1.267.998	1.089.524	1.485.365	1.305.054	895.552	559.302	717.214
2020	755.568	765.564	748.398	737.112	893.041	1.338.698	1.129.663	1.537.023	1.368.887	909.965	569.088	739.225
2021	779.965	797.536	789.658	769.038	917.655	1.399.302	1.169.774	1.569.222	1.419.001	929.325	579.990	759.065
2022	805.084	828.798	831.989	799.657	939.001	1.467.669	1.199.001	1.606.698	1.478.367	939.966	592.104	787.008
2023	868.987	865.251	876.698	829.796	959.999	1.530.021	1.236.032	1.645.748	1.529.883	955.225	605.586	807.968
2024	860.652	894.321	919.332	868.214	987.078	1.599.001	1.271.021	1.679.007	1.589.021	969.078	619.996	827.669
2025	890.524	929.897	959.038	897.522	1.008.901	1.669.524	1.309.110	1.714.970	1.641.996	989.251	628.747	849.365