KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

KARIŞIK KARAÇAM KAYIN DOĞAL MEŞCERELERİ İÇİN KARBON DEPOLAMA MİKTARLARININ YAPAY SİNİR AĞLARI İLE BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

Batuhan Ateş YILMAZ

AĞUSTOS 2024
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

KARIŞIK KARAÇAM KAYIN DOĞAL MEŞCERELERİ İÇİN KARBON DEPOLAMA MİKTARLARININ YAPAY SİNİR AĞLARI İLE BELİRLENMESİ

Batuhan Ateş YILMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"DOKTOR (ORMAN MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19 / 07 / 2024
Tezin Savunma Tarihi : 16 / 08 / 2024

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mehmet MISIR

Trabzon 2024

ÖNSÖZ

"Karışık Karaçam Kayın Doğal Meşcereleri İçin Karbon Depolama Miktarlarının YSA ile Belirlenmesi" adlı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Programı'nda hazırlanmıştır.

Bana bu konuda çalışma fırsatı tanıyan, çalışmalarım sırasında yol gösteren ve araştırmanın başlangıcından tamamlanmasına kadar geçen süreçte, ilgisini ve desteğini benden esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Mehmet MISIR' a şükranlarımı sunarım.

Tez jürimde yer almayı kabul ederek değerli fikirleri ve bilimsel önerileri ile doktora tez çalışmama destek veren sayın hocalarım Prof. Dr. Cengiz ACAR ve Doç. Dr. M. Mahmut BAYRAMOĞLU' na şükranlarımı sunmayı borç bilirim. Tezin istatistiki değerlendirmelerinde yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Hakkı YAVUZ ve Prof. Dr. Nuray MISIR' a teşekkürü bir borç bilirim. Arş. Gör. Abdullah YILDIZ, Dr. Moussa Beau-Gars MBOHOU, Orm. Yük. Müh. Aytaç SERT' e, arazi ve laboratuvar çalışmalarında çok yönlü desteklerini esirgemeyen herkese çok teşekkür ediyorum

Bu doktora tezinin tamamlanmasını sağlayan 118O311 Proje çalışma ortaklığı ile TUBİTAK' a desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunmak isterim.

Son olarak doğduğum günden beri elimi hiç bırakmayan, hayatım boyunca aldığım tüm kararlarda bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve her kararımda arkamda olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan sevgili annem Ayfer YILMAZ ve babam Veysel YILMAZ' a kardeşlerim Nursena YILMAZ ve Selenay YILMAZ' a, lisans ve lisansüstü eğitim hayatımın her aşamasında yanımda bulunan, zor anlarda desteğini esirgemeyen ve hayatımı kolaylaştıran hayat arkadaşım, eşim Gizem YILMAZ' a, hayatıma neşe ve büyük anlam katan evlatlarım Berkehan Rüzgar YILMAZ, Almila Masal YILMAZ, İzem Kumsal YILMAZ ve Göktuğ Ateş YILMAZ' a teşekkür eder, minnettarlığımı sunarım.

Gerçekleştirmiş olduğum bu doktora tez çalışmasının ülkemiz ormancılığına ve ilgi duyanlara faydalı olmasını temenni ederim.

Batuhan Ateş YILMAZ

Trabzon 2024

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Karışık Karaçam Kayın Doğal Meşcereleri İçin Karbon Depolama Miktarlarının YSA ile Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Mehmet MISIR‘ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 16/08/2024

Batuhan Ateş YILMAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ III

TEZ ETİK BEYANNAMESİ IV

İÇİNDEKİLER V

ÖZET VII

SUMMARY VIII

ŞEKİLLER DİZİNİ IX

TABLOLAR DİZİNİ XI

SEMBOLLER VE KISALTMALAR XVII

1. GENEL BİLGİLER 1

1.1. Giriş 1

1.1.1. Literatür Araştırması 27

1.2. Amaç ve Kapsam 36

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR 39

2.1. Araştırma Metodolojisi 39

2.2. Çalışma Alanının Tanıtımı 41

2.3. Arazi Çalışmaları 43

2.4. Laboratuvar Çalışmaları 47

2.5. Meşcere Parametrelerinin Hesaplanması 49

2.6. Yapay Sinir Ağları 51

3. BULGULAR 59

3.1. Biyokütle Modellerine İlişkin Bulgular 59

3.1.1. İbre/Yaprak Biyokütle Modellerine Ait Bulgular 60

3.1.2. Dal Biyokütle Modellerine Ait Bulgular 76

3.1.3. Kabuk Biyokütle Modellerine Ait Bulgular 93

3.1.4. Gövde Odunu Biyokütle Modellerine Ait Bulgular 110
3.1.5. Karaçam Ağaç Biyokütle Modellerine Ait Bulgular 126
3.1.6. Kayın Ağaç Biyokütle Modellerine Ait Bulgular 132
3.1.7. Ağaç Biyokütle Modellerine Ait Bulgular 138
3.1.8. Biyokütle Modellerinin Kontrolü 146
3.2. Karbon Modellerine İlişkin Bulgular 147
3.2.1. İbre/Yaprak Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular 148
3.2.2. Dal Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular 165
3.2.3. Kabuk Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular 181
3.2.4. Gövde Odunu Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular 197
3.2.5. Karaçam Ağaç Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular 214
3.2.6. Kayın Ağaç Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular 220
3.2.7. Ağaç Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular 226
3.2.8. Karbon Depolama Modellerinin Kontrolü 234
3.3. Meşcere Parametrelerine Ait Bulgular 236
3.4. Model-1 (Çk+Kn) ve Model-2(Çk/Kn) Sonuçlarının Tek Ağaç Bazında Karşılaştırılması 237
3.5. Model-1 (Çk/Kn) ve Model-2 (Çk+Kn) Sonuçlarının Örnek Alan Bazında Karşılaştırılması 238
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA 242
5. ÖNERİLER 251
6. KAYNAKLAR 253
7. EKLER 272
ÖZGEÇMİŞ

Doktora Tezi

ÖZET

KARIŞIK KARAÇAM KAYIN DOĞAL MEŞCERELERİ İÇİN KARBON DEPOLAMA MİKTARLARININ YSA İLE BELİRLENMESİ

Batuhan Ateş YILMAZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Mehmet MISIR
2024, 288 Sayfa, 73 Sayfa Ek

İklim değişikliği hayatın her evresine etki ettiği gibi ormancılık sektörünü de etkilemiştir. İklim ile ilgili uluslararası anlaşmalar beraberinde bağlayıcı yükümlülükler getirmiştir. Bu bağlayıcı yükümlülükler de beraberinde karbon hesaplamalarının önemini ortaya çıkartmıştır. Bu çalışmanın amacı ülkemiz ormanlık alanlarının yaklaşık %26,5'ini kaplayan asli ağaç türlerimizden olan Karaçam ve Kayın ağaç türünün oluşturduğu ikili karışık meşcereler (Çk+Kn) için biyokütle miktarları ile toprak üstünde depolanan karbon depolama miktarının belirlenmesidir. Bu amaçla karışık karaçam+kayın meşcerelerinden 70 adet örnek alanda ve 132 adet örnek ağaçta gerekli ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde meşcerelerin ağaç yoğunluğunun 200-8150 ağaç/ha, meşcere orta çapının 1,4-38,1 cm, meşcere yaşının 12-160 yıl, odun hacminin 9,7-1.419,2 m^3/ha olduğu belirlenmiştir. Her örnek ağaç için gövde, dal, ibre /yaprak ve kabuk ile bunların toplamından oluşan ağaç biyokütlesi ve karbonu belirlenerek biyokütle ile karbon modelleri "Yapay Sinir Ağları" kullanılarak geliştirilmiştir. Geliştirilen tüm modeller bağımsız bir veri grubu ile test edilmiştir. YSA ağaç bileşenleri biyokütle modellerinde R^2'ler gövde 0,94, dal 0,85, ibre /yaprak 0,61, kabuk 0,97, toplam ağaç 0,97, karbon modellerinde R^2'ler gövde 0,92, dal 0,88, ibre/yaprak 0,76, kabuk 0,93, toplam ağaç 0,95 olarak hesaplanmıştır. Yapay Sinir Ağları ile elde edilen modeller sonucu çap kademelerine dağılmış biyokütle ve karbon tabloları oluşturulmuştur. 70 örnek alandaki 3168 ağaçta toplam biyokütle değeri 16.000,71 ton/ha, toplam karbon değeri 8.028,58 ton/ha olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Karbon depolama, Yapay sinir ağları, Biyokütle

PhD. Thesis

SUMMARY

KARIŞIK KARAÇAM KAYIN DOĞAL MEŞCERELERİ İÇİN KARBON DEPOLAMA MİKTARLARININ YSA İLE BELİRLENMESİ

Batuhan Ateş YILMAZ

Karadeniz Tecnical University
Institute of Science and Technology
Department of Forest Engineering
Supervisor: Prof. Dr. Mehmet MISIR
2024, 288 Sayfa, 73 Sayfa Ek

Climate change has impacted every aspect of life, including the forestry sector. International agreements on climate bring binding obligations. These binding obligations have also revealed the importance of carbon accounting. The aim of this study is to determine the amount of biomass and the amount of carbon storage stored above the soil for binary mixed stands (Çk+Kn) formed by Black Pine and Beech tree species, which are our main tree species covering approximately 26,5% of our country's forest areas. For this purpose, necessary measurements were made on 70 sample areas and 132 sample trees from mixed black pine + beech stands. In the measurements, it was determined that the tree density of the stands was 200-8150 trees/ha, the stand middle diameter was 1.4-38,1 cm, the stand age was 12-160 years and the wood volume was 9,7-1.419,2 m3/ha. For each sample tree, the biomass and carbon of the stem, branch, needle/leaf, and bark, as well as the total tree biomass and carbon, were determined, and biomass and carbon models were developed using "Artificial Neural Networks". In ANN tree component biomass models, the R^2 values were calculated as 0.941 for the stem, 0.849 for the branch, 0.608 for the needle/leaf, 0.968 for the bark, and 0.973 for the total tree. In carbon models, the R^2 values were calculated as 0.921 for the stem, 0.884 for the branch, 0.763 for the needle/leaf, 0.933 for the bark, and 0.945 for the total tree. As a result biomass and carbon tables distributed in diameter levels were created. The total biomass value in 3168 trees in 70 sample areas was calculated as 16.000,71 tons/ha and the total carbon value was calculated as 8.028,58 tons/ha.

Keywords: Climate change, Carbon storage, Artificial neural networks, Biomass

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Türkiye 2022-2023 yılı aylık ortalama sıcaklıkların uzun yıllar (50 yıl) ile karşılaştırılması 2
Şekil 2. Mauna Loa gözlem evi atmosferik karbondioksit ölçümleri (NOAA, 2023) 5
Şekil 3. Çalışma metodolojisi 40
Şekil 4. Yapay sinir ağları çalışma şeması 53
Şekil 5. YSA ile oluşturulan modellere ait şema 55
Şekil 6. Tek girişli YSA modeli örneği 56
Şekil 7. Çift girişli YSA modeli örneği 56
Şekil 8. Toplam ibre/yaprak biyokütle YSA model istatistik verileri 65
Şekil 9. Toplam ibre/yaprak biyokütle YSA model istatistik verileri 73
Şekil 10. Toplam dal biyokütle YSA model istatistik verileri 82
Şekil 11. Toplam dal biyokütle YSA model istatistik verileri (Çift Giriş: Çap/Boy) 90
Şekil 12. Toplam kabuk biyokütle YSA model istatistik verileri 99
Şekil 13. Toplam kabuk biyokütle YSA model istatistik verileri 107
Şekil 14. Toplam gövde odunu biyokütle YSA model istatistik verileri 115
Şekil 15. Toplam gövde odunu biyokütle YSA model istatistik verileri 123
Şekil 16. Toplam ağaç biyokütle (Çk) YSA model istatistik verileri 127
Şekil 17. Toplam ağaç biyokütle (Çk) YSA model istatistik verileri 130
Şekil 18. Toplam ağaç biyokütle (Kn) YSA model istatistik verileri 133
Şekil 19. Toplam ağaç biyokütle (Kn) YSA model istatistik verileri 136
Şekil 20. Toplam ağaç biyokütle YSA model istatistik verileri 139
Şekil 21. Toplam ağaç biyokütle YSA model istatistik verileri 143
Şekil 22. Toplam ibre/yaprak karbonu YSA model istatistik verileri 154
Şekil 23. Toplam ibre/yaprak karbon YSA model istatistik verileri 162
Şekil 24. Toplam dal karbonu ysa model istatistik verileri 170
Şekil 25. Toplam dal karbonu ysa model istatistik verileri 178
Şekil 26. Toplam kabuk karbonu YSA model istatistik verileri 186
Şekil 27. Toplam kabuk karbonu ysa model istatistik verileri 194
Şekil 28. Toplam gövde odunu karbon YSA model istatistik verileri 203

Şekil 29. Toplam gövde karbon YSA model istatistik verileri..... 211
Şekil 30. Toplam ağaç karbonu (Çk) YSA model istatistik verileri..... 215
Şekil 31. Toplam ağaç karbonu (Çk) YSA model istatistik verileri..... 218
Şekil 32. Toplam ağaç karbonu (Kn) YSA model istatistik verileri 221
Şekil 33. Toplam ağaç karbonu (Kn) YSA model istatistik verileri 224
Şekil 34. Toplam ağaç karbonu ysa model istatistik verileri..... 227
Şekil 35. Toplam ağaç karbon YSA model istatistik verileri 231
Şekil 36. Ağaç biyokütlesi Model-1 ve Model-2 sonuçları..... 249
Şekil 37. Ağaç karbonu Model-1 ve Model-2 sonuçları 250

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Türkiye'nin azaltım politikaları sektörlere dağılımı 9

Tablo 2. LULUCF/AFOLU'da biyokütle ve karbon katsayısının terimleri 17

Tablo 3. FRA 2010 yönteminin parametre terminolojisi (FAO, 2010)..... 18

Tablo 4. Asan tarafından üretilen katsayılar ve faktörler terminolojisi (Asan, 1995)..... 20

Tablo 5. ETFOP ve diğer araştırmacılar tarafından Türkiye'de önerilen biyokütle ve karbon katsayılarının (dönüşüm, genişleme) terminolojisi 21

Tablo 6. Orman karbonunun hesaplanmasına yönelik ETFOP yönteminin terminolojisi .. 21

Tablo 7. Türkiye'deki bazı ağaç türlerinin biyokütle modellerinin örneklemesi..... 23

Tablo 8. Türkiye'de geliştirilen karbon modelleri..... 24

Tablo 9. Türkiye ormanlık alanlarının karışım şekillerine göre dağılımı..... 41

Tablo 10. Türkiye ormanlık alanlarının ağaç tür gruplarına dağılımı 42

Tablo 11. Karaçam ve Kayın orman alanları..... 42

Tablo 12. Karaçam+Kayın karışık meşcerelerin dağılımı..... 43

Tablo 13. Karaçam+Kayın meşcerelerinin alansal dağılım tablosu 44

Tablo 14. Örnek alanlardaki ağaçlar üzerinde ölçümü yapılan bazı özelliklere ilişkin istatistiksel değerler..... 46

Tablo 15. Karaçam+Kayın Ağaç türlerinden alınan 132 adet örnek ağacın çap ve boy basamaklarına dağılımı 47

Tablo 16. Yapay sinir ağı terminolojisi 51

Tablo 17. Ağaç bileşenleri biyokütle miktarlarına ait istatistiki bilgiler..... 59

Tablo 18. Toplam ibre biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 60

Tablo 19. Toplam ibre biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 61

Tablo 20. Toplam ibre biyokütle (Çk) tahmini tablosu 62

Tablo 21. Toplam yaprak biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 62

Tablo 22. Toplam yaprak biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu. 63

Tablo 23. Toplam ibre biyokütle (Kn) tahmini tablosu..... 64

Tablo 24. Toplam ibre/yaprak biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 66

Tablo 25. Toplam ibre/yaprak biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 67

Tablo 26. Toplam ibre/yaprak biyokütle (Çk+Kn) tahmini tablosu..... 68

Tablo 27. Toplam ibre biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 69
Tablo 28. Toplam ibre biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 70
Tablo 29. Toplam yaprak biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 71
Tablo 30. Toplam yaprak biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu. 72
Tablo 31. Toplam ibre/yaprak biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 74
Tablo 32. Toplam ibre/yaprak biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 75
Tablo 33. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 76
Tablo 34. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 77
Tablo 35. Toplam dal biyokütle tablosu 78
Tablo 36. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 79
Tablo 37. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 80
Tablo 38. Toplam dal biyokütle tablosu 80
Tablo 39. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 82
Tablo 40. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 84
Tablo 41. Toplam dal biyokütle tablosu 85
Tablo 42. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 86
Tablo 43. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 86
Tablo 44. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 87
Tablo 45. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 88
Tablo 46. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 90
Tablo 47. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 92
Tablo 48. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 93
Tablo 49. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu .. 94
Tablo 50. Toplam kabuk biyokütle tablosu 95
Tablo 51. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 96
Tablo 52. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu .. 96
Tablo 53. Toplam kabuk biyokütle tablosu 97
Tablo 54. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 99
Tablo 55. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 101
Tablo 56. Toplam kabuk biyokütle (Çk+Kn) tablosu 102
Tablo 57. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 103
Tablo 58. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 104

Tablo 59. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 105
Tablo 60. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 106
Tablo 61. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 107
Tablo 62. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 109
Tablo 63. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 110
Tablo 64. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 111
Tablo 65. Toplam gövde odunu biyokütle tablosu 112
Tablo 66. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 112
Tablo 67. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 113
Tablo 68. Toplam gövde odunu biyokütle tablosu 114
Tablo 69. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 116
Tablo 70. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 117
Tablo 71. Toplam gövde odunu biyokütle (Çk+Kn) tablosu 118
Tablo 72. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 119
Tablo 73. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 120
Tablo 74. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 121
Tablo 75. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 122
Tablo 76. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 124
Tablo 77. Toplam gövde biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 125
Tablo 78. Toplam ağaç biyokütle (Çk) model tahmini ve gerçek veriler tablosu 127
Tablo 79. Toplam ağaç biyokütle (Çk) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 128
Tablo 80. Toplam ağaç biyokütle (Çk) tablosu 129
Tablo 81. Toplam ağaç biyokütle (Çk) model tahmini ve gerçek veriler tablosu 131
Tablo 82. Toplam ağaç biyokütle (Çk) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 131
Tablo 83. Toplam ağaç biyokütle (Kn) model tahmini ve gerçek veriler tablosu 133
Tablo 84. Toplam ağaç biyokütle (Kn) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 134
Tablo 85. Toplam ağaç biyokütle (Kn) tablosu 135
Tablo 86. Toplam ağaç biyokütle (Kn) model tahmini ve gerçek veriler tablosu 137

Tablo 87. Toplam ağaç biyokütle (Kn) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 137
Tablo 88. Toplam ağaç biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 139
Tablo 89. Toplam ağaç biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu .. 141
Tablo 90. Toplam ağaç biyokütle (Çk+Kn) tablosu 142
Tablo 91. Toplam ağaç biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu 144
Tablo 92. Toplam ağaç biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu .. 145
Tablo 93. Biyokütle modelleri t-testine ilişkin bulgular..... 146
Tablo 94. Ağaç bileşenleri karbon miktarlarına ait istatistiki bilgiler..... 148
Tablo 95. Toplam ibre karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu 149
Tablo 96. Toplam ibre karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 149
Tablo 97. Toplam ibre karbon (Çk) tablosu 150
Tablo 98. Toplam yaprak karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 151
Tablo 99. Toplam yaprak karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu... 152
Tablo 100. Toplam yaprak karbon (Kn) tablosu 153
Tablo 101. Toplam ibre/yaprak karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu 154
Tablo 102. Toplam ibre/yaprak karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 156
Tablo 103. Toplam ibre/yaprak karbon (Çk+Kn) tablosu 157
Tablo 104. Toplam ibre karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu 158
Tablo 105. Toplam ibre karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 158
Tablo 106. Toplam yaprak karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 159
Tablo 107. Toplam yaprak karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu. 160
Tablo 108. Toplam ibre/yaprak karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu 162
Tablo 109. Toplam ibre/yaprak karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 164
Tablo 110. Toplam dal karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 165
Tablo 111. Toplam dal karbonu test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 166
Tablo 112. Toplam dal karbon tablosu..... 167
Tablo 113. Toplam dal karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 167
Tablo 114. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 168
Tablo 115. Toplam dal karbon tablosu..... 169
Tablo 116. Toplam dal karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 171
Tablo 117. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 172

Tablo 118. Toplam dal karbon (Çk+Kn) tablosu 173
Tablo 119. Toplam dal karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 174
Tablo 120. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 175
Tablo 121. Toplam dal karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 176
Tablo 122. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 176
Tablo 123. Toplam dal karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 178
Tablo 124. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler 180
Tablo 125. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 181
Tablo 126. Toplam kabuk karbonu test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 182
Tablo 127. Toplam kabuk karbon tablosu..... 183
Tablo 128. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 183
Tablo 129. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu.. 184
Tablo 130. Toplam kabuk karbon tablosu..... 185
Tablo 131. Toplam kabuk karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 187
Tablo 132. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu.. 188
Tablo 133. Toplam kabuk karbon (Çk+Kn) tablosu 189
Tablo 134. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 190
Tablo 135. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu.. 191
Tablo 136. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 192
Tablo 137. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu.. 193
Tablo 138. Toplam kabuk karbonu model tahmini ve gerçek veriler 195
Tablo 139. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu.. 196
Tablo 140. Toplam gövde odunu karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 197
Tablo 141. Toplam gövde odunu karbonu test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 198
Tablo 142. Toplam gövde odunu karbon tablosu..... 199
Tablo 143. Toplam gövde odunu karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 200
Tablo 144. Toplam gövde odunu karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 201
Tablo 145. Toplam gövde odunu karbon tablosu..... 201
Tablo 146. Toplam gövde odunu karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 203
Tablo 147. Toplam gövde karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu.. 205
Tablo 148. Toplam gövde karbon (Çk+Kn) tablosu 206
Tablo 149. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu..... 207

Tablo 150. Toplam gövde odunu karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 207
Tablo 151. Toplam gövde odunu karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu 208
Tablo 152. Toplam gövde odunu karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 209
Tablo 153. Toplam gövde odunu karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu 211
Tablo 154. Toplam gövde odunu karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 213
Tablo 155. Toplam ağaç karbonu (Çk) model tahmini ve gerçek veriler tablosu 215
Tablo 156. Toplam ağaç karbonu (Çk) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 216
Tablo 157. Toplam ağaç karbon (Çk) tablosu 217
Tablo 158. Toplam ağaç karbonu (Çk) model tahmini ve gerçek veriler tablosu 219
Tablo 159. Toplam ağaç karbon (Çk) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 220
Tablo 160. Toplam (Kn) ağaç karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu (Tek Giriş: Çap) 221
Tablo 161. Toplam ağaç karbonu (Kn) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 222
Tablo 162. Toplam ağaç karbonu (Kn) tablosu 223
Tablo 163. Toplam ağaç karbonu (Kn) model tahmini ve gerçek veriler tablosu 225
Tablo 164. Toplam ağaç karbon (Kn) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 226
Tablo 165. Toplam ağaç karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu 228
Tablo 166. Toplam ağaç karbonu test verileri model tahmini ve gerçek veriler 229
Tablo 167. Toplam ağaç karbon (Çk+Kn) tablosu 230
Tablo 168. Toplam ağaç karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu 232
Tablo 169. Toplam ağaç karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu 233
Tablo 170. Karbon verileri istatistik değerleri 235
Tablo 171. Örnek alanlara ilişkin bazı meşcere parametreleri 236
Tablo 172. Örnek model-1 ve model-2 sonuçlarının ağaç bazlı karşılaştırılması 237
Tablo 173. Model-1 ve Model-2 sonuçlarının istatistik değerleri 239
Tablo 174. Model-1 ve Model-2 sonuçlarının örnek alan bazlı karşılaştırılması 239
Tablo 175. Yapay sinir ağı biyokütle modelleri R^2 değerleri tablosu (Çk+Kn, Çk/Kn) 247
Tablo 176. Yapay sinir ağı karbon modelleri R^2 değerleri tablosu (Çk+Kn, Çk/Kn) 247

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

AFOLU : Agriculture, Forestry, and Other Land Use (Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı)

AKAKDO : Arazi Kullanım, Arazi Kullanım Değişiklikleri ve Ormancılık

CCS : Karbon Yakalama ve Depolama (Carbon Capture and Storage)

CO_2eq : Karbondioksit eşdeğeri

COP27 : Conference of the Parties 27 (Taraflar Konferansı 27)

ETFOP : Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar

FAO : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)

FAOSTAT : Food and Agriculture Organization Statistics (Tarım ve Gıda Örgütü İstatistikleri)

FOLU : Forestry and Other Land Use (Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı)

FRA 2010 : Forest Resources Assessment 2010 (2010 Orman Kaynakları Değerlendirme raporu)

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, IPCC'nin Fransızca kısaltması)

GPGLULUCF: Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık İçin İyi Uygulama Rehberi

Gt : Gigaton (1 gigaton = 1 milyar ton)

GtCO2eq : Gigaton CO2 eşdeğeri yılda (Gigaton CO2 equivalent per year)

G20 : Group of Twenty (Yirmiler Grubu)

IEA : Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency)

INDCs : Intended Nationally Determined Contributions (Niyet Edilen Ulusal Katkılar)

IPCC : İklim Değişikliği Hakkında Hükümetlerarası Panel (Intergovernmental Panel on Climate Change)

LULUCF : Land Use, Land-Use Change, and Forestry (Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık)

MGM : Meteoroloji Genel Müdürlüğü

NSIDC : Ulusal Kar ve Buz Veri Merkezi (National Snow and Ice Data Center)

NOAA : Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (National Oceanic and Atmospheric Administration)

Pg : Petagram (1 Petagram = 10^15 gram)

Ppm : Milyonda parça (Parts Per Million)

SDG : Sustainable Development Goals (Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri)

TBMM : Türkiye Büyük Millet Meclisi

URL : Bir kaynağa ulaşmak için kullanılan adres (Uniform Resource Locator)

UNFCCC : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (United Nations Framework Convention on Climate Change)

YSA : Yapay Sinir Ağı

WB : World Bank (Dünya Bankası)

WMO : Dünya Meteoroloji Örgütü (World Meteorological Organization)

1. GENEL BİLGİLER

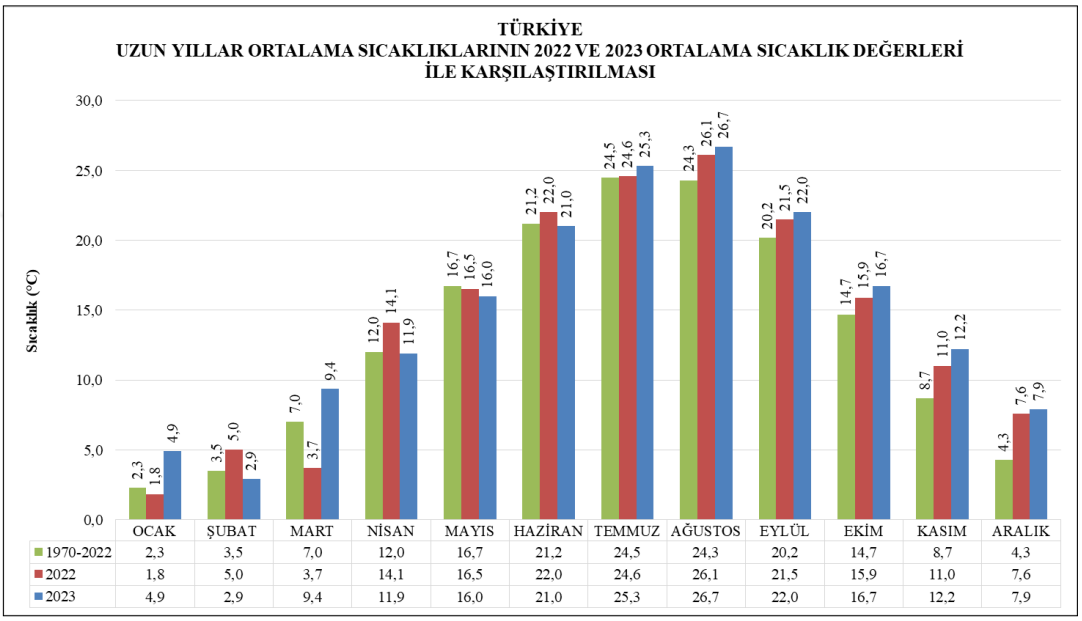
1.1. Giriş

İklim, geniş ve belirli bir yer için uzun yıllar süresince ölçülen hava koşullarının ortalamasıdır (WMO, 2023). Sıcaklık, nem, basınç, rüzgâr gibi iklim elemanları bir araya gelerek belirli bir yerin iklimini oluşturan atmosfer özellikleridir (IPCC, 1995). İklim karakteristiğinin belirlenmesinde uzun yıllar boyunca değişmeyen ortalama koşulların yanı sıra uç değerler de önem arz etmektedir. İklim belirlenen bu uç değerler arasında salınım yapmaktadır. Bir yerin iklim koşullarının belirlenebilmesi için en az 30 yıllık gözlem verilerine ihtiyaç duyulmaktadır (MGM, 2023). Sayısız iklim tipleri olmasına rağmen klimatolojide de diğer bilim dallarında olduğu gibi dağınık olan tiplerin benzer olanları bir araya getirerek büyük iklim kuşakları ortaya çıkartılmıştır (Dönmez, 1984). Bunlar genel olarak kutup kuşakları, orta kuşak ve tropikal kuşak olarak adlandırılmaktadır.

Orta enlemlerde yer alan Türkiye iklim açısından ılıman kuşak ve subtropikal kuşak arasında konumlanmaktadır. Türkiye'nin coğrafi özellikleri göz önüne alındığında üç tarafının denizlerle çevrili olması, dağ hattının uzanış yönü ve yeryüzü şekillerinin çeşitlilik göstermesi, ülkemiz için iklim tiplerinin çeşitlenmesine sebep olmuştur. Kuzey Anadolu Dağları ve Toros sıradağlarının kıyı hattı boyunca paralel şekilde uzanması, ülkemizin kıyı hattının deniz etkisi altında kalmasını ve ılıman iklim özellikleri göstermesini sağlamıştır. Ancak bu durum denizler üzerinde bulunan sıcak ve nemli hava kütlelerinin iç kesimlere girmesini engellemektedir. Akdeniz ve Karadeniz kıyı hattında sıralanan dağlar Türkiye'nin iç kesimlerine nemli havanın girmesini engelleyerek karasal iklim özellikleri görülmesini sağlamaktadır (Atalay, 1997).

Türkiye 'de yıllık ortalama sıcaklık değerleri 1990'lı yılların başlarına kadar azalan bir eğilim gösterirken, 1992 yılından itibaren ciddi bir artış eğilimi vardır. Yıllık toplam yağışlarda ise sıcaklıklarda olduğu kadar belirgin olmamakla birlikte azalan bir trende sahiptir (Efe vd., 2015). 2016-2040 döneminde ortalama sıcaklıklarda Türkiye genelinde 0,5-1,5°C arası artışlar beklenmekle birlikte yaz mevsiminde yurdun batısında, sonbaharda ise yurdun doğusunda 1,5°C'nin üzerinde bir artışın olacağı beklenmektedir (TBMM İklim Raporu, 2021).

Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklığın son 50 yıl içinde 12-15°C arasında ortalama toplam yağış miktarlarının ise 493-794 mm arasında değiştiği görülmektedir. 2022 ve 2023 yıllarının aylık ortalama sıcaklık değerleri uzun yıllar (50 yıl) sıcaklık değerleri ile kıyaslandığında Ocak, Mart ve Mayıs aylarından 2023 yılı aylık ortalama sıcaklık değerlerinin uzun yıllar (50 yıl) aylık ortalama sıcaklık değerlerinin altında kaldığı gözlemlenmiştir (Şekil 1) (MGM, 2023).



Şekil 1. Türkiye 2022-2023 yılı aylık ortalama sıcaklıkların uzun yıllar (50 yıl) ile karşılaştırılması

Türkiye'nin orografik yapısı ve özel konumu sebebiyle farklı bölgelerde farklı iklim tipleri görülmektedir. Bu farklılık sebebiyle iklim değişikliğinden etkilenme boyutu da farklıdır (Öztürk, 2002). Sıcaklıkların artmasıyla birlikte kış mevsimindeki yağışların kardan yağmura evrileceği beklenmektedir. Karların erkenden erimesi de yüzey sularının akışa geçeceği dönemin kaymasına sebep olur. Bu durum kurak süreleri de arttıracaktır. Yaz ve sonbahar mevsimlerindeki yağış miktarlarında azalmalar görülmesi nedeniyle şiddetli kuraklıklar yaşanması beklenebilir. Akdeniz ve Karadeniz'deki şiddetli yağışların artması ile yüzey akış hacmindeki artmalar taşkınların sıklık ve şiddetinde de değişiklik olmasını açıklar niteliktedir (Şen, 2022; Demircan vd., 2017). İkim elemanlarında meydana gelen bu dalgalanmalar sonucunda iklimde birtakım değişiklikler oluşmaktadır.

İklim değişikliği, belirli bir zaman diliminde gözlenen doğal iklim değişkenlikleri ile küresel atmosferin doğal yapısını bozan insan faaliyetleri sonucunda iklimde oluşan

değişikliklerin tamamıdır. İklim elemanlarında meydana gelen sürekli bir değişim ortalama hava koşullarının ve ekstrem değerlerinin değişimi ile anlaşılır ki bu durum İklim değişikliğine sebep olmaktadır. İklim elemanlarından olan sıcaklıktaki küresel anlamda meydana gelen artış veya azalışlar iklim değişikliğinin yaşanmasına sebep olmaktadır (IPCC, 1995). İklim değişikliği, sıcaklık artışlarının yanı sıra, yağış düzenlerinde değişiklikler, deniz seviyelerinin yükselmesi, ekstrem hava olaylarının (sıcak hava dalgaları, kasırgalar, seller vb.) artması gibi çeşitli etkilerle karakterize edilir (WMO, 2021,2022; NOAA, 2022). İklim değişikliğinin en önemli nedeni atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri olarak kabul edilmektedir. İklim değişikliği, tarım, ormancılık, turizm, su kaynakları, ekosistem ve birçok sektörde olumsuz etkilere sahiptir (Türkeş, 2012). İklim değişikliğinin en önemli parçalarından biri de küresel ısınmadır.

Küresel ısınma, yeryüzü atmosferinin ve okyanuslarının ortalama sıcaklığının uzun bir zaman diliminde sürekli olarak artmasıdır. Bu artışın temel nedeni, atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarının artmasıdır (Luthi, 2008). Küresel ısınma, iklim değişikliği olarak bilinen daha geniş bir sürecin parçasıdır. Bilim insanları, küresel ısınmanın bu yüzyılın sonuna kadar yeryüzü sıcaklıklarını 1,5°C ila 4,5°C arasında artırabileceğini öngörmektedir. Bu da ekosistemler, tarım, su kaynakları ve insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratabilir (IPCC, 2021). Küresel ısınmanın ana nedeninin insan faaliyetleri olduğu konusunda geniş bir bilimsel uzlaşı vardır. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) gibi kuruluşlar, küresel ısınmanın etkilerini hafifletmek için sera gazı emisyonlarını azaltma çağrısında bulunmaktadır (UNFCCC, 2015). Bu amaçla, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji verimliliğinin artırılması, ormansızlaşmanın önlenmesi ve karbon yakalama teknolojilerinin geliştirilmesi gibi çeşitli stratejiler önerilmektedir (IEA, 2020; Enerji Politikaları Enstitüsü, 2021). Ancak, insan faaliyetleri (fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, endüstriyel faaliyetler vb.) sera gazlarının konsantrasyonlarını arttırarak doğal süreci bozmakta ve küresel ısınmaya neden olmaktadır (IPCC, 2014).

Atmosfer, içinde bulunan birçok gazın birleşiminden oluşmaktadır. Bunlar da azot (%78,08), oksijen (%20,95), argon (0,93), karbondioksit (%0,03) ve diğer gazlardır. Güneş ışınları atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır. Yüzeyden geri dönen uzun dalga boylu ışınlar, yukarı atmosferdeki sera gazları tarafından emilir. Atmosferdeki gazların daha az geçirgen olması sebebiyle yer yüzeyinin olması gerekenden daha çok ısınması sera etkisi olarak isimlendirilmektedir (Türkeş, 2001). Sera gazları, karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), azot

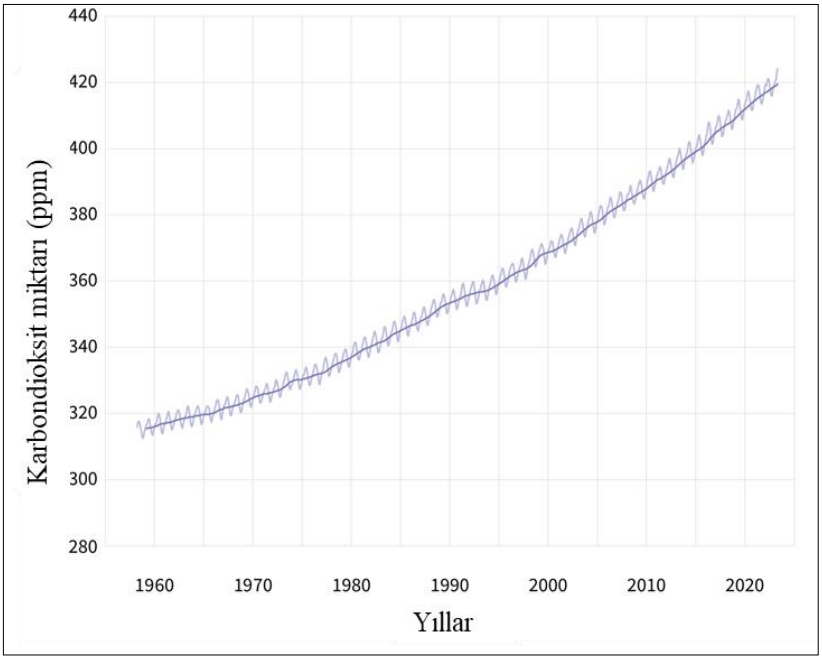
oksitler (N_2O) ve su buharı (H_2O) gibi gazlardır. Bu gazlar, Güneş'ten gelen kısa dalga boylu ışınımın yeryüzüne ulaşmasını sağlar ancak yeryüzünden geri yansıyan uzun dalga boylu ısınma ışınımını tutar. Bu süreç, atmosferin alt katmanlarında ısınmaya yol açar ve buna sera etkisi denir. Sera etkisi, Dünya'nın yaşanabilir bir sıcaklıkta kalmasını sağlayan doğal bir süreçtir. Hızlı nüfus artışı ve endüstrinin gelişmesiyle birlikte kentleşme, yanlış arazi kullanımı, fosil yakıt kullanımı, tarım ve hayvancılık faaliyetleri, ormanlık alanların azalması sera gazı emisyonlarını arttırmaktadır (Yılmaz, 2018). Sera gazındaki artış da ortalama sıcaklıkları arttırmaktadır. 20. Yüzyılın başlarında küresel sıcaklıklardaki artış, 1980'lerden sonra daha da belirgin bir hal almıştır. Sıcaklık değerlerindeki artış doğal kaynaklar ve biyoçeşitlilik üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır. Yağış değişimlerinin değişmesiyle kar ve buzullar erimesi hidrolojik sistemleri ve su kaynaklarını buna bağlı olarak da tatlı su ve deniz ekosistemini de etkilemiştir (Demirbaş & Aydın, 2020).

Fosil yakıtların (kömür, petrol, doğal gaz) yanması, büyük miktarlarda CO_2 salınımına yol açar. Küresel ölçekte yaşam formlarını etkileyen sera gazı emisyonları Endüstri Devrimi sonrasında gelişen sanayi ve nüfus artışından dolayı küresel yüzey sıcaklığının 2011–2023 yılları arasında 1850–1900'lü yıllarının 1,1°C üzerine çıkmasına sebep olmuş ve küresel ısınmaya neden olmuştur. 2021'de atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonu, sanayi öncesi seviyelere göre %50 oranında artarak 420 ppm (milyonda parça) seviyelerine ulaşmıştır (Keeling, 2021). Küresel ısınma, çeşitli geri besleme mekanizmalarını tetikler. Örneğin, kutup bölgelerindeki buzullar eridikçe, daha az güneş ışığı yansıtılır ve daha fazla ısı emilir (albedo etkisi), bu da daha fazla ısınmaya yol açar (IPCC, 2014; NSIDC, 2020). Ayrıca, ısınan okyanuslar daha az CO_2 çözer ve bu da atmosferdeki CO_2 seviyelerini daha da artırarak ısınmayı hızlandırır. Küresel sera gazı emisyonları, sürdürülemez enerji kullanımı, arazi kullanımı ve arazi kullanımı değişikliği, insanoğlunun yaşam tarzlarının değişmesi ve tüketim-üretim eşitsizliğinden dolayı katlanarak artmaya devam etmektedir (IPCC, 2023).

Artan fosil yakıt kullanımı ve ormanlık alanlarının azalması CO_2 emisyonunu da arttırmaktadır. Toprak üzerinde biriken karbon miktarının çok büyük çoğunluğu orman ekosistemlerinde yer alır. Orman ekosistemleri CO_2'i tutup, toprak içerisinde ve bünyelerinde depolarlar. (Goodale vd., 2002; Brinkley vd., 2004). Ormanlık alanların yanı sıra çayır ve mera alanları da karbon döngüsünün ana elemanlarındandır. Karbon stokları ve

verimlilikleri incelendiğinde; mera alanları yıllık olarak yaklaşık 0,5 Pg CO_2 tutmaktadır (Scurlock & Hall, 1998; Kalonya, 2022).

Kara ve okyanus karbon yutakları, bölgesel farklılıklarla birlikte, son altmış yılda insan faaliyetlerinden kaynaklanan CO_2 emisyonlarının neredeyse küresel olarak yılda yaklaşık %56'sını depolamaktadır (IPCC, 2023). NOAA' nın Küresel İzleme Laboratuvarı'nın yıllık raporuna göre küresel ortalama atmosferik karbondioksit yeni bir rekor kırarak 2022 yılında milyonda 417,06 ppm'e ulaşmıştır. 2021 ile 2022 arasındaki artış 2,13 ppm olmakla birlikte üst üste 11 yıl atmosferdeki karbondioksit miktarı 2 ppm'den fazla artış göstermektedir. Atmosferik karbondioksit seviyelerinin modern kaydı, Hawaii'deki Mauna Loa Gözlemevinde kaydedilen gözlemlerle başladı. Bu grafik, istasyonun 1958'den beri milyonda parça (ppm) cinsinden aylık ortalama karbondioksit ölçümlerini göstermektedir. Mevsimsel iniş ve çıkış döngüsü, atmosferik karbondioksiti azaltan Kuzey Yarımküre yaz bitki örtüsünün büyümesi ve kışın bitki örüsüne ait ölü materyalin çürümesi tarafından yönlendirilmektedir. Artan karbondioksit seviyelerinin uzun vadeli eğilimi, insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Mauna Loa' da, her yıl en yüksek aylık değer Mayıs ayında ölçülmektedir. Mayıs 2023'te atmosferde bulunan karbondioksit miktarı 424 ppm'e ulaşmakta olup bu yeni bir rekor olarak kayıt edilmiştir (NOAA, 2023) (Şekil 2).



Şekil 2. Mauna Loa gözlem evi atmosferik karbondioksit ölçümleri (NOAA, 2023)

Sera gazlarında meydana gelen bu artış ve beraberinde Küresel ısınmanın yükselmesi uluslararası düzeyde de dikkat çekmiş ve konu ile alakalı yerelde ve Dünya genelinde birçok çalışma ortaya konulmuştur. Küresel ısınma ile mücadele stratejileri incelendiğinde sera gazı emisyonlarının azaltılması en kritik adım olarak gözükmektedir. Bu, fosil yakıt kullanımının azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve enerji verimliliğinin artırılması ile sağlanabilir (IPCC, 2021). Fosil yakıtlar yerine sürdürülebilir ve temiz bir alternatif olan yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal) kullanılabilir (IEA, 2020). Daha az enerji kullanarak aynı hizmetleri sağlamayı amaçlayarak hem evlerde hem sanayide enerji verimliliği ve tasarrufu sağlanabilir (Enerji Politikaları Enstitüsü, 2021). Ormansızlaşmanın önlenmesi ve ağaçlandırma, atmosferdeki CO_2 seviyelerini azaltmada önemli rol oynar. Ağaçlar, fotosentez yoluyla CO_2'yi emerek karbon döngüsünü dengeler (FAO, 2020). Fosil yakıt kullanımından kaynaklanan CO_2 emisyonlarını doğrudan yakalayıp depolamayı amaçlayan karbon yakalama ve depolama (CCS) teknolojilerinin kullanılmasını arttırmak emisyon azaltım uygulamalarında faydalı olabilir (UNFCCC, 2015). İklim değişikliğine adaptasyon, mevcut ve gelecekteki iklim değişikliği etkilerine uyum sağlamayı amaçlar. Bu, altyapının dayanıklılığının artırılması, su kaynaklarının yönetimi ve tarımda sürdürülebilir uygulamaları içermektedir (IPCC, 2021).

Sanayi devriminden sonra iklimde birtakım değişikliklerin meydana geldiği yapılan gözlemlerde hissedilmiş olup 20. Yüzyılın sonlarına doğru İklim Değişikliği konusu uluslararası gündeme girmeye başlamıştır. İklim değişikliğinin olası etkilerinin görüşüldüğü ve çevre sıkıntılarının uluslararası mecrada tartışıldığı ilk oturum Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı adı altında 1972 yılında Stockholm' de gerçekleştirildi. İklim değişikliği konusu, sebepleri ve sonuçları yıllar içerisinde dünya politik ve bilim gündeminde kendine yer etmiş olup bu çerçevede uluslararası seviyelerde birçok ortak çabalar harcanmış ve çeşitli sözleşmeler, dokümanlar kabul edilerek yürürlüğe koyulmuştur.

1972, Stockholm Konferansı: Çevre sorunlarına dikkat çekmek ve bu konuda uluslararası iş birliğini teşvik etmek ve çevrenin korunması ve sürdürülebilir kalkınma için uluslararası politikaların belirlenmesi amacıyla 5-16 Haziran 1972, Stockholm, İsveç'te toplanılmıştır.

1979, Dünya İklim Konferansı: İklim değişikliği konusunu uluslararası düzeyde ele alan ilk büyük toplantıdır. Konferans, küresel iklim sisteminin incelenmesi ve iklim

değişikliği konusunda bilimsel bilgi paylaşımı amacıyla 12-23 Şubat 1979, Cenevre, İsviçre'de düzenlenmiştir.

1987, Montreal Protokolü: Ozon tabakasını incelten maddelerin üretimi ve tüketimini düzenlemek ve aşamalı olarak azaltmak amacıyla 16 Eylül 1987, Montreal, Kanada'da düzenlenmiştir. Protokol, çevresel sorunların uluslararası düzeyde ele alınmasında ve çözüm bulunmasında önemli bir örnek teşkil etmektedir. Bu anlaşma sayesinde, ozon tabakasının incelmesinin durdurulması ve hatta tersine çevrilmesi mümkün hale gelmiştir.

1988, Viyana Anlaşması: Ozon tabakasının korunması ve ozon tabakasını incelten maddelerin kontrol edilmesi için uluslararası işbirliğini teşvik etmek amacıyla 22 Mart 1985'te kabul edildi, 1988'de yürürlüğe girdi.

1988, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli: İklim değişikliği hakkında bilimsel bilgiyi değerlendirmek ve sunmak, politika yapıcılarına, bilimsel temellere dayalı iklim değişikliği politikaları geliştirmede rehberlik etmek, küresel iklim değişikliği üzerine kamuoyunu bilgilendirmek amacıyla kurulmuştur. IPCC, binlerce bilim insanının katılımıyla uluslararası düzeyde çalışmalar yürütür. Bilimsel literatürü gözden geçirir, mevcut verileri değerlendirir ve raporlarını düzenler. Bu raporlar, politika yapıcılar, bilim insanları ve kamuoyu için bir rehber niteliğindedir.

1992, Rio, BM Çevre ve Kalkınma Konferansı: Ekonomik kalkınmayı ve çevre korumasını dengede tutarak sürdürülebilir kalkınma hedeflerini belirlemek, küresel çevre sorunlarını ele almak ve uluslararası iş birliğini teşvik etmek amacıyla 172 ülkenin devlet ve hükümet başkanları, politika yapıcılar, sivil toplum örgütleri ve çeşitli uluslararası kuruluşların katılımıyla 3-14 Haziran 1992, Rio de Janeiro, Brezilya' da gerçekleştirilmiştir.

1994, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi: İklim değişikliğiyle mücadele etmek ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için uluslararası iş birliğini teşvik etmek amacıyla New York, Amerika Birleşik Devletleri'nde 9 Mayıs 1992'de imzalanıp, 21 Mart 1994'te yürürlüğe girmiştir.

2005, Kyoto Protokolü: Atmosferdeki sera gazı konsantrasyonlarını azaltarak küresel iklim değişikliğini sınırlamak amacıyla 1 Aralık 1997'de Kyoto, Japonya'da imzalanıp, 16 Şubat 2005'te yürürlüğe girmiştir. Ana hedef olarak Emisyon Azaltımı: Katılımcı ülkelerin

sera gazı emisyonlarını belirli bir yüzde oranında azaltmaları, Esnek Mekanizmalar: Ticaret, temiz kalkınma mekanizmaları ve karbon kredileri gibi esnek yaklaşımlarla emisyon azaltma hedeflerine ulaşma, Finansal Destek: Gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliği ile mücadele ve uyum sağlama çabalarını desteklemek için finansal kaynaklar sağlama olmak üzere 3 başlık altında görüşülmüştür. Kyoto Protokolü, dünya genelinde sera gazı emisyonlarının azaltılması için önemli bir çaba olarak kabul edilmektedir. Protokol, küresel iklim değişikliği ile mücadelede uluslararası iş birliğinin bir sembolü haline gelmiştir. Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması gibi daha kapsamlı ve bağlayıcı anlaşmaların temelini oluşturmaktadır.

2015, Paris Anlaşması: Uluslararası süreçler, protokoller ve anlaşmalar incelendiğinde BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve son olarak 2015 yılında imzalanan ve 2021 yılında iç hukuk onay süreci tamamlanan Paris Anlaşması iklim değişikliği ile mücadele de yapı taşı niteliği oluşturmaktadır. Paris Anlaşması, geçerliliği 2020 yılında sona eren Kyoto Protokolü' nün ardından iklim değişikliği konusunda uluslararası bağlayıcılığı olan ve 2020 yılı sonrası iklim değişikliği rejimini düzenlemeyi amaçlayan bir anlaşmadır. Anlaşmanın esas amacı küresel ısınmayı sanayi devriminin öncesi seviyelere kıyasla 1,5^{o}C civarında sınırlamaktır (URL-1).

Paris Anlaşmasında belirtilen küresel iklim değişikliğinin sebeplerinden olan küresel sıcaklığı 1,5-2^{o}C arasında tutabilmek için önümüzdeki on yıllık periyotta sera gazı emisyonları oranının %25-50 bandında azaltılması gerekmektedir. Bu durum ekonomisi olan bütün sektörlerde emisyon azaltımının hızlı bir şekilde yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Hızla artan küresel sera gazı emisyonlarına, ek azaltma tedbirleri uygulanmazsa 2030 yılında 56,5 milyar ton/CO_2'ye ulaşacağı öngörülmektedir (Parry vd., 2022). Paris Anlaşması' nın uygulamasında kullanılacak yöntemleri açıklayan Paris Anlaşması Çalışma Kitabı (Kural Kitabı) son olarak Glasgow İklim Zirvesinde (United Nations Development Programs COP27) tamamlanmış ve fosil yakıt (kömür) enerjisinin zamanla azaltılması, verimsiz fosil yakıt sübvansiyonlarının kaldırılması ve uluslararası karbon piyasalarına ilişkin kuralların kesinleştirilmesi konularında önemli kararlar alınmış olmasına rağmen halen bütün ülkeler (G20 ülkeleri dahil) belirlenen sıfır emisyon hedeflerinin oldukça gerisindedir (Lin & Zhıjıe, 2020; WB, 2022).

Yukarıda belirtilen uluslararası gelişmelere bağlı olarak Türkiye' de "Ulusal Katkı Beyanı" nda bulunmuş ve 30 Eylül 2015 tarihinde "Paris Anlaşmasına Yönelik Ulusal Katkı

Niyeti (INDCs)" ni Sözleşme Sekretaryasına sunmuştur. Sunulan ulusal katkı niyetinde Türkiye sera gazı emisyon artış oranlarında %21'lik azaltım öngörmüştür. Türkiye'nin Paris Anlaşması'na yönelik Ulusal Katkı Niyeti, ülkenin sera gazı emisyonlarını azaltma ve iklim değişikliği ile mücadeledeki diğer taahhütlerini belirlemek için sunulan bir beyan niteliğinde olup bu niyet beyanı, Türkiye'nin Paris Anlaşması kapsamında üzerine düşen sorumlulukları kabul ettiğini ve bu çerçevede hangi adımları atmaya hazır olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin Ulusal Katkı Niyeti genellikle Türkiye'nin belirli bir zaman diliminde sera gazı emisyonlarını azaltma hedefleri ve bu hedeflere ulaşmak için alınacak politika ve önlemleri kapsamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını artırma, enerji verimliliğini artırma ve fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltma gibi yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği alanlarında yapmayı planladığı çalışmalara yer verilmektedir. Ormancılık politikaları ve orman alanlarının korunması, restorasyonu ve sürdürülebilir yönetimi konusundaki taahhütler de Ulusal Katkı Niyeti konularının içerisinde yer almaktadır. Ayrıca Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadelede sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için benimsediği politika ve stratejiler ve Türkiye'nin iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak için almayı planladığı önlemler ve uyum stratejileri de gündeme gelmektedir (URL-2).

Türkiye'nin Paris Anlaşması'na Yönelik Ulusal Katkı Niyeti, ülkenin iklim değişikliği ile mücadeledeki taahhütlerini ve politika hedeflerini açıklayan önemli bir belgedir. Bu niyet beyanı, Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşmak için ülkenin taahhütlerini ve çabalarını açıkça belirtmektedir.

Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanı incelendiğinde çeşitli sektörlerde sera gazı azaltım ve uyum politikalarına sahip olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 1) (URL-3).

Tablo 1. Türkiye'nin azaltım politikaları sektörlere dağılımı

Azaltım Politikaları	**Uyum Politikaları**
Enerji Sektörü	Tarım ve Ormancılık Sektörü
Sanayi Sektörü	Su Sektörü
Ulaştırma Sektörü	Afet Riski Sektörü
Tarım Sektörü	Şehircilik Sektörü
Bina Sektörü	Kırsal Kalkınma Sektörü
Atık Sektörü	Halk Sağlığı Sektörü
Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO)	

Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılıkta Karbondioksit Emisyonları (LULUCF), atmosferik CO_2 emisyonlarının önemli bir kaynağını

oluşturmaktadır. Giec (2014) tarafından yapılan bir çalışma, 1750 ile 2011 arasında LULUCF'nin dünya çapında atmosferik CO_2 emisyonlarının üçüncü büyük kaynağı olduğunu belirtmektedir. Bu emisyonlar, doğal mekanizmaların yanı sıra antropojenik etkilerden kaynaklanmaktadır. Ferretti-Gallon vd. (2014), ormansızlaşma, orman topraklarının sömürülmesi ve bozulması gibi insan kaynaklı mekanizmaların LULUCF' deki CO_2 emisyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu öne sürmektedir. Ayrıca, Watson vd. (2019), biyokütle yanması ve ayrışmasının da bu sektördeki emisyonları artıran bir faktör olduğunu belirtmektedir.

LULUCF' nin küresel emisyonları incelendiğinde 2010 ile 2019 yılları arasında küresel toplam insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının ortalama %13-21'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir (IPCC, 2023). Wallach & Aboulazm (2022), 1700'lerden bu yana ormanların dünya yüzeyinde yüzdesinin azaldığını göstermektedir. FAOSTAT (2013) verilerine göre, FOLU alt sektöründen kaynaklanan net emisyon akışının 1991-2000 ve 2001-2010 dönemlerinde azaldığı tespit edilmiştir. Houghton vd. (2012), 1990 ile 2010 arasında arazi kullanımı değişikliğinden kaynaklanan karbonun, insan kaynaklı karbon emisyonlarının %12,5' ini oluşturduğunu belirtmektedir.

Son dönemde, küresel emisyonlardaki düşüş dikkat çekmektedir. Smith vd. (2014) ile Karsenty (2020), 2010'dan 2019'a kadar olan dönemde önemli bir azalma olduğunu bildirmektedir. Türkiye'de, FAOSTAT (2022) tarafından sunulan verilere göre, LULUCF alt sektöründen kaynaklanan emisyonlar, ormansızlaşma, orman yangınları, ağaç dışı orman ürünlerinin sömürülmesi, kentsel dönüşüm, turizm, madencilik ve tarım, yollar ve tarım alanlarında aşırı otlatma gibi çeşitli insan faaliyetlerinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır.

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) 6. Değerlendirme Raporu “Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı (AFOLU)” sektöründen kaynaklanan tahmini antropojenik net CO_2 emisyonlarının belirsiz bir eğilimle 2010 ve 2019 yılları arasında +5,9±4,1 $GtCO_2eq$/yıl olarak artmış olduğunu ve 2019 yılı içerisinde 59± 6,6 $GtCO_2eq$/yıl olarak tahmin edildiğini tespit etmiştir. Arazi kullanımı değişikliği AFOLU CO_2 emisyon akışını tetiklemektedir; ormansızlaşma toplam AFOLU emisyonlarının %45'ini kapsamaktadır. Orman alanları, net bir karbon yutucusu ve sera gazı emisyonlarının kaynağı olmasının yanı sıra, albedo etkileri, buharlaşma ve terleme ve uçucu organik bileşiklerin

emisyonları yoluyla aerosol yüklemesi yaparak iklimde önemli bir rol oynamaktadır (IPCC, 2023).

IPCC raporu, LULUCF sektörünün gıda, odun ve diğer yenilenebilir kaynakların yanı sıra biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlarken kısa vadede önemli bir azaltım potansiyeli sunduğunu ortaya koymaktadır. Ormanlar ve diğer doğal ekosistemlerdeki azaltım tedbirleri, 2020 ile 2050 yılları arasında LULUCF azaltım potansiyelinin en büyük payını oluşturmaktadır. Çeşitli LULUCF faaliyetleri arasında ormansızlaşmanın azaltılması, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılmasında en büyük potansiyele sahiptir ve bunu tarımda karbon tutulması ve ağaçlandırma dahil ekosistem restorasyonu takip etmektedir (IPCC, 2014).

Diğer karasal sistemler de önemli bir rol oynamaktadır. Ekili alanların ve otlakların karbon stoklarının çoğu, yer altındaki bitki organik maddeleri ve toprakta bulunur. Sonuç olarak, IPCC' ye göre, iyileştirilmiş ve sürdürülebilir ürün ve hayvancılık yönetimi ile tarımda toprak karbon tutulması (ekili alanlarda ve otlaklarda toprak karbon yönetimini, tarımsal ormancılığı ve biyokömürü içerir), 1,8-4,1 $GtCO_2eq$/yıl oranında azalmaya katkıda bulunabilir (IPCC, 2021).

AKAKDO sektöründeki azaltım faaliyetleri, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile biyolojik çeşitliliğin ve ekosistem fonksiyonlarının, istihdamın ve yerel geçim kaynaklarının arttırılması gibi birçok sinerjiye sahip olabilir. Başka bir açıdan bakıldığında, IPCC raporu, doğal olarak ormanlık olmayan arazilerin ağaçlandırılması gibi bazı faaliyetlerin, özellikle yerel koşullar dikkate alınarak uygulanmadığı takdirde, biyolojik çeşitlilik, su ve gıda güvenliği ve geçim kaynaklarına yönelik iklim bağlantılı riskleri artırabileceğini kabul etmektedir. Ancak LULUCF faaliyetlerinin temel zorlukları, bunların potansiyel olarak tersine çevrilebilirliği ve karbon stoklarının kalıcı olmamasıdır. CO_2'nin bitki örtüsü ve toprak yönetimi yoluyla depolanması, insan faaliyetleri, doğal rahatsızlıklar veya bu ikisinin birleşimi nedeniyle tersine çevrilebilir ve aynı zamanda iklim değişikliğinin etkilerine de açıktır. Kontrol edilemeyen yangınlar, ağaçların kitlesel ölümleri ve doğal topraklardaki karbon yutaklarının zayıflaması gibi ciddi etkiler halihazırda gözlemlenmektedir ve küresel ısınmanın her ilave artışıyla birlikte daha da artması beklenmektedir. IPCC' ye göre, küresel sıcaklığı 1,5°C'ye yakın bir değerde sınırlayacak uyumlu, hızlı ve sürekli eylemler, ekosistemlerde iklim değişikliğine bağlı olarak öngörülen kayıp ve zararları önemli ölçüde azaltacaktır (URL-4).

IPCC (2006) raporunda, biyosferdeki arazi kullanımı altı ana kategoriye ayrılmaktadır. Bu kategoriler, karasal ekosistemlerdeki farklı arazi kullanımlarını kapsamaktadır ve her bir kategori, belirli çevresel ve biyolojik özelliklere sahiptir (IPCC, 2006). Bu alanlar ormanlık alanlar, tarım alanları, otlaklar, sulak alanlar, yerleşim yerleri ve diğer arazi türleri olarak sınıflandırılmaktadır. Arazi kullanımdaki kategoriler incelendiğinde ormanlık alanlar, ağaçların baskın olduğu, sürekli veya süreksiz ağaç örtüsüne sahip alanlar olarak tanımlanmıştır. Orman ekosistemleri, biyoçeşitlilik açısından zengin olup, büyük miktarda karbon depolama kapasitesine sahiptir (Ehbrecht vd., 2021). Ormanlık alanlar, iklim, toprak yapısı ve coğrafi konum gibi faktörlere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Ormanlar, biyokütle (ağaçlar ve diğer bitkiler), ölü organik madde (ölü odun ve yaprak döküntüsü) ve toprakta organik karbon olarak karbon depolamaktadır (Lal, 2008; Schlesinger & Andrews, 2000). Tarım alanları, tarım faaliyetleri için kullanılan alanlar olmakla birlikte bu alanlar, gıda, yem, lif ve enerji üretimi için ekilen bitkileri içermektedir. Tarım alanları, yoğun insan faaliyetleri nedeniyle genellikle daha az biyoçeşitliliğe sahip olurlar ancak, doğru yönetimle karbon depolama kapasiteleri artırılabilir. Toprak ve bitkilerde organik karbon depolanabilir. Tarımsal ormancılık uygulamaları ve biyokömür kullanımı gibi sürdürülebilir tarım yöntemleri, karbon depolamayı artırabilir. Otlaklar, çoğunlukla çimenler, otlar ve diğer otsu bitkilerin bulunduğu geniş alanlardan oluşmaktadır. Bu alanlar, mera hayvancılığı için önemlidir ve doğal veya insan tarafından yönetilen alanlar olabilir. Karasal biyokütle, toprakta ve yer altındaki bitki kökleri ve organik toprak maddelerinde önemli miktarda karbon depolanmaktadır (Lal, 2008). Sulak alanlar, su doygunluğu nedeniyle karakterize edilen alanlar olup bataklıklar, sazlıklar, bataklık ormanları ve mangrovlar gibi farklı tipleri içermektedir. Sulak alanlar, yüksek biyoçeşitliliğe sahip olup, su arıtma ve sel kontrolü gibi ekosistem hizmetleri sunarlar. Bu alanlar, büyük miktarda organik madde biriktirirler ve böylece karbonu uzun süreli depolayabilirler (Schlesinger & Andrews, 2000). Yerleşim yerleri, insan yerleşimleri ve altyapıları için kullanılan alanlardır. Şehirler, kasabalar ve köyler bu kategoriye dahildir. Yoğun insan faaliyetleri nedeniyle doğal alanlardan daha az karbon depolama kapasitesine sahiptirler. Ancak, kentsel ağaçlandırma ve yeşil çatılar gibi uygulamalarla karbon depolama artırılabilir. Şehir içindeki yeşil alanlar ve bahçeler, belirli miktarda karbon depolayabilir (Lal, 2008). Diğer arazi türleri, yukarıdaki kategorilere girmeyen çeşitli arazi türlerini içerir. Çölleşmiş alanlar, çıplak kayalıklar, buzullar ve diğer marjinal araziler bu kategoriye dahildir. Bu alanlar, genellikle düşük biyokütle yoğunluğuna ve düşük karbon depolama kapasitesine sahiptirler. Karbon depolama kapasiteleri genellikle

düşüktür, ancak belirli koşullar altında (örneğin, permafrost alanlarında) önemli miktarda karbon depolayabilmektedir (Schlesinger & Andrews, 2000).

Karbon yutakları, atmosferde bulunan karbondioksiti yakalayarak depo eden doğal veya insan yapımı sistemlerdir. Bu yutaklar, karasal ekosistemler, okyanusal ekosistemler ve atmosfer olmak üzere üç ana gruba ayrılır (IPCC, 2019). Karbon yutakları içinde en büyük rolü oynayan, karbonun büyük bir kısmını emerek depolayan özellikle de biyota olarak adlandırılan bitki örtüsüne sahip karasal ekosistemlerdir (Lal, 2008). Ormanlar, bu karbon yutakları içinde en önemli olanlardır ve karbon depolamada büyük bir rol oynarlar (Canadell & Raupach, 2008).

Ayrıca, toprak, turba, permafrost toprak tabakaları, okyanus suyu ve derin okyanustaki karbonat çökeltileri gibi diğer karbon yutaklarının da atmosferden karbonu emerek depoladığı bilinmektedir (Schlesinger & Andrews, 2000). Karbon yutma, karbon döngüsünün bir parçasıdır ve karbondioksitin fotosentez yoluyla bitkiler tarafından alınması ve depolanmasıyla gerçekleşir (Houghton vd., 2012).

Sonuç olarak, karbon yutakları, atmosferdeki karbondioksitin emilerek ve depolanarak azaltılmasına önemli katkılar sağlarlar. Bu sistemlerin korunması ve sürdürülebilirliği, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir strateji oluşturur (IPCC, 2019).

Orman ekosistemleri (2.500 Gt), karbon depolama açısından oldukça önemlidir ve karbonu çeşitli havuzlarda depolamaktadır. Ağaçlar ve diğer bitkilerdeki canlı biyokütlede depolanan karbon "Biyokütle Karbon Havuzları" olarak tanımlanmaktadır (Lal, 2008). Ölü ağaçlar, dallar, yapraklar ve diğer organik materyallerde depolanan karbon "Ölü Organik Madde Karbon Havuzları" olarak adlandırılmaktadır (Schlesinger & Andrews, 2000). Toprak Karbon Havuzları ise orman zemininde ve toprakta organik madde olarak depolanan karbon olarak literatürde yer almaktadır (Lal, 2008; Schlesinger & Andrews, 2000). Bu karbon havuzları, orman ekosistemlerinin karbon döngüsünde kritik bir rol oynar ve orman yönetimi uygulamalarıyla korunması ve artırılması gerekmektedir.

Orman ekosistemleri, büyük miktarda karbonu biyokütle ve farklı karbon havuzlarında depolayabilen karmaşık sistemlerdir. Bu ekosistemlerde kullanılan biyokütle ve karbon havuzları incelendiğinde; biyokütle, canlı organizmaların toplam kütlesi olarak tanımlanmaktadır. Orman ekosistemlerinde bu terim genellikle ağaçlar, bitkiler ve diğer canlı organizmaları ifade eder (Lal, 2008). Biyokütle, fotosentez yoluyla atmosferik karbondioksiti alır ve organik maddeye dönüştürür. Orman biyokütlesi, karbonun geçici veya uzun vadeli depolanmasında önemli bir rol oynar (Houghton vd., 2012).

Ağaç biyokütlesi, ormanlardaki ağaçların toplam biyokütlesi olarak tanımlanmaktadır (Canadell & Raupach, 2008). Ağaç biyokütlesi, gövdeler, dallar, yapraklar, kabuk ve kökler gibi farklı bileşenlerden oluşur. Ağaç biyokütlesi, karbon depolamanın önemli bir kısmını oluşturur ve orman yönetimi uygulamalarıyla artırılabilir (IPCC, 2006).

Ölü odun, orman ekosistemlerinde ölmüş ağaçlardan ve dallardan oluşan biyokütle olarak tanımlanmaktadır (Schlesinger & Andrews, 2000). Ölü odun, karbonun uzun süreli depolanmasına katkıda bulunur ve yavaş yavaş parçalanarak toprağa organik madde sağlamaktadır (IPCC, 2006).

Yaprak döküntüsü, orman zemini üzerinde biriken düşmüş yapraklar, dallar ve diğer bitki materyalleri olarak tanımlanmaktadır (Ehbrecht vd, 2021). Yaprak döküntüsü, toprak organik maddesinin önemli bir kaynağıdır ve karbon döngüsünde kritik bir rol oynamaktadır (Houghton vd., 2012).

Toprak organik karbonu, toprakta bulunan organik madde içinde depolanan karbon olarak tanımlanmaktadır (Schlesinger & Andrews, 2000). Toprak organik karbonu, bitki köklerinden, yaprak döküntüsünden ve ölü odun gibi kaynaklardan gelen organik maddelerden oluşur. Bu havuz, karbonun uzun vadeli depolanması için büyük bir kapasiteye sahiptir (IPCC, 2006).

Karbon havuzları, orman ekosistemlerinde karbonun depolandığı ana yerlerdir (Lal, 2008). Karbon havuzları, biyokütle, ölü odun, yaprak döküntüsü, toprak organik karbon ve kök gibi bileşenleri içermektedir. Her bir havuz, karbon döngüsünde farklı roller oynar ve karbon depolama kapasitesine sahiptir (Houghton vd., 2012).

Ağaç biyokütlesi, ölü örtü, diri örtü ve ölü odun orman ekosistemlerindeki karbon depolama ve döngüsü ile ilgili kavramları anlamak için temel bir çerçeve sağlar. Bu kavramlar, ormanların sürdürülebilir yönetimi ve iklim değişikliğiyle mücadele stratejilerinin geliştirilmesinde kritik öneme sahiptir (IPCC, 2006). Ormanlar, iklimsel değişikliklere (yağış rejimlerinin değişmesi ve karbon içeriğinin değişmesi gibi) en fazla duyarlı olan sistemlerden biridir (Öztürk, 2002; Watson, 2001).

Ormanların sürdürülebilir şekilde yönetilmesi, orman varlığı bulunmayan yerlerde yapılan ağaçlandırma, orman sayılan alanların artırılması, iyileştirme ve yenileme işlemlerinin yapılması (bozuk orman alanlarının verimli ormanlara dönüştürülmesi), silvikültürel (orman bakımı) faaliyetler, ormanların etkin bir şekilde koruması ve orman yangını yönetimi Orman Genel Müdürlüğü faaliyetleri arasında yer almaktadır. Bahsi geçen faaliyetler ayını zamanda ormanların yutak potansiyelini artıran, sera gazlarını azaltım etkisi

oluşturan faaliyetlerdir. İlgili ormancılık faaliyetlerinin sonuçları Ulusal Sera Gazı Envanteri Raporu'nun (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Sekreteryası' na raporlanan) Arazi Kullanım, Arazi Kullanım Değişiklikleri ve Ormancılık (AKAKDO) bölümünün içinde bulunan ormancılık iş ve işlemlerinin (sektörünün) sonucunda yıllık olarak atmosferden uzaklaştırılarak depolanan karbondioksit miktarlarına değer olarak yansımaktadır. Bunun yanında Ulusal Sera Gazı Envanteri Raporu'nun AKAKDO bölümünde girişi yapılmış olan orman ürünleri kategorisinde atmosferden uzaklaştırılan CO_2 ormancılıkla ilgili bir yutak mekanizması olarak belirtilmektedir (Ulusal Sera Gazı Envanteri Raporu, 2023).

Ulusal Sera Gazı Envanteri 2023 Raporu AKAKDO bölümü verilerine göre Türkiye'de bulunan orman varlığının yıllık olarak Karbon depolama kapasitesi 2021 yılında yaklaşık 33,9 milyon ton CO_2 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, 2021 yılı değeri 564,4 milyon ton CO_2 eşdeğeri olan ülke emisyonlarının %6'sını yakalayarak azalttığı anlamına gelmektedir. Ayrıca işlenmiş odun ürünlerimizde (kereste, yonga levha vb.) 2021 yılında 15,7 milyon ton CO_2 depolaması sağlanmıştır (Ulusal Sera Gazı Envanteri Raporu, 2023). 2021 yılındaki depolama eğilimi, 1990 yılı verilerine kıyasla % 29 'luk bir artış göstermiştir (URL-5).

Orman alanlarının dışında bulunan AKAKDO sektöründeki meralar (otlaklar), yerleşim yerleri, tarım alanları ve diğer arazi kullanımlarından yaklaşık 2,4 milyon ton CO_2 salımı gerçekleşmiştir.

Türkiye'deki orman ekosistemlerinin karbon depolama kapasitesi, ülkenin sahip olduğu orman alanlarından kaynaklanmaktadır. Ormanlar, karbon depolamanın en önemli kaynaklarından biridir ve bu kapasite, Türkiye'nin biyoçeşitlilik ve ekosistem hizmetleri açısından kritik bir öneme sahip olan orman varlığına dayanmaktadır.

2015 yılına ait verilere göre, Türkiye'nin orman alanı yaklaşık olarak 22.343 milyon hektar olarak hesaplanmıştır (OGM, 2015). Bu orman alanı, ülkenin toplam arazi alanının yaklaşık %29,8' ini oluşturmaktadır. Ayrıca, Türkiye'nin orman alanları, 1973 yılından bu yana sürekli bir artış göstermiştir. 2023 yılında Türkiye'nin orman alanının yaklaşık olarak 23.363 milyon hektara ulaştığı belirtilmektedir (OGM, 2023).

İklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve küresel sıcaklığı endüstri devrimi öncesi dönemlere indirebilmek için karbon yutaklarından olan ormanların biyokütle ve karbon depolama miktarlarının tahmini İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmeleri, Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması ile son derece önem kazanmıştır. Ağaç biyokütlesinin doğru tahmini,

ormanların biyokütle ve karbon depolama miktarlarının hesaplanmasının yanı sıra iklim değişikliği, orman sağlığı, ekosistem verimliliği ve besin döngüsünün incelenmesi açısından son derece önemli hale gelmiştir (Dong vd., 2014). Değişen piyasa koşulları sebebi ile ağaç bileşenlerinin biyokütle tahmini, orman verimliliğinin ölçülerinden biri olarak kullanılmaya başlanmıştır (Özçelik vd., 2017).

Ormanların sağladığı sayısız faydaların yanında biyokütle ve karbon depolama işlevinin öneminin anlaşılması araştırmacıları bu iki olgunun tespiti ve hesaplamalarına yönlendirmiştir.

Dünya çapında birçok ağaç türü için çok sayıda biyokütle modeli geliştirilmiş ve Avrupa ağaç türleri incelendiğinde 600'e yakın biyokütle denklemi bulunmuştur (Zianis vd., 2005). Bireysel ağaç biyokütlesini tahmin etmek için çeşitli yöntemler kullanılır. Seçilen yöntem temelde elde olan verilere bağlıdır. Biyokütle modeli geliştirmenin en temel yöntemi, toplam ağaç biyokütlesini ve bileşenlerini (gövde odunu, dal, yaprak-ibre, kabuk) çapla veya çap-boyla ilişkilendirmek ve regresyon yöntemi ile modellemektir (Yavuz vd., 2010; Parresol, 1999). Ağaç biyokütlesi modellerinin oluşturulabilmesinde bazı sınırlamalar vardır bunlar sırasıyla; biyokütle verilerinin toplanması maliyetlidir ve bu maliyeti ortadan kaldırmak adına alternatif yöntemler kullanılır, modeller genellikle sınırlı veri setlerinden ve küçük coğrafi bölgeleri temsil ederek geliştirilir, basit model formları kullanılır, toprak altı verileri genellikle eksiktir (Weiskittel vd., 2015). Ağaç biyokütlesi tahminini geliştirecek yeni yöntem ve modellerin geliştirilmesi gerekmektedir. Veri madenciliği ve yapay zekâ gibi yöntemler kullanılacak olan model seçiminde veya büyük bir veri kümesinde yararlı tahmin bilgilerinin çıkarılmasında faydalı olabilir.

LULUCF/AFOLU (Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık/Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı) ve FRA 2010 (2010 Küresel Orman Kaynakları Değerlendirme) karbon tahmini yöntemleri incelendiğinde bu yöntemler, karbon emisyonlarını ve emilimini ölçmek ve izlemek için kullanılan kapsamlı ve güvenilir bir çerçeve sunmaktadır. FAO Küresel Orman Kaynakları Değerlendirmesi (FRA), orman kaynaklarının kapsamını, durumunu, yönetimini ve kullanımını anlamak için temel bilgiler sağlamaktadır. LULUCF/AFOLU sektörü, orman yönetimi, tarım uygulamaları, toprak kullanımı değişiklikleri ve diğer insan etkinlikleri gibi faaliyetlerden kaynaklanan karbon emisyonlarını ve emilimini kapsamaktadır. Bu sektörün karbon hesaplamaları genellikle

ulusal ve bölgesel ölçekte yapılmakta olup belirli standartlar ve protokoller kullanılarak gerçekleştirilmektedir. 1990'dan beri, FRA'lar ülke raporlama süreciyle toplanan bilgileri uzaktan algılama ile tamamlamaktadır. FRA 2010, küresel orman kaynaklarının durumu ve trendlerini izlemek için kullanılan bir araçtır. Karbon tahmini, orman alanlarının büyüklüğü, kompozisyonu ve değişiklikleri gibi faktörlere dayanarak yapılır. FRA 2010'un karbon tahmini yöntemleri, uzaktan algılama, arazi gözlemleri ve modelleme gibi çeşitli veri kaynaklarını kullanmaktadır. Bu yöntemler, hem LULUCF/AFOLU sektörünün hem de orman kaynaklarının karbon deposu olarak değerlendirilmesine olanak tanır. Ayrıca, iklim değişikliği politikalarını oluşturmak ve uygulamak için gerekli bilgileri sağlamaktadır (IPCC, 2006; FAO, 2010). FRA 2020, orman alanı ve değişimlerinin bağımsız bölgesel ve küresel tahminlerini türetmek ve gelişmekte olan ülkelerin en son uzaktan algılama verilerini ve ürünlerini kullanma kapasitesini iyileştirmek için katılımcı bir küresel uzaktan algılama anketi aracılığıyla bu geleneği sürdürmüştür. FRA 2020, 1990-2020 döneminde 236 ülke ve bölgede 60'tan fazla ormanla ilgili değişkenin durumunu ve eğilimlerini incelemiştir. FRA 2020 verileri, şeffaf, izlenebilir bir raporlama süreci ve 187 ülke ve bölgeyi kapsayan resmi olarak atanmış ulusal personellerden oluşan köklü bir ağ aracılığıyla ortak olarak kabul edilen terimler ve tanımlar kullanılarak toplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. LULUCF/AFOLU'da biyokütle ve karbon katsayısının terimleri

LULUCF		**AFOLU**	
Tanımlayıcı	**İçerik**	**Tanımlayıcı**	**İçerik**
WD	Odun Yoğunluğu (t/m^3)	**$BCEF_1$**	Odun Yoğunluğu (t/m^3)
BEF_1	Yıllık net hacim artışından (kabuk dahil) kaynaklanan gövde biyokütlesindeki artış, yukarıda bahsedilen yer üstü biyokütle genişleme faktörü (boyutsuz) ile hesaplanır.	**$BCEF_2$**	Yıllık net hacim artışından (kabuk dahil) kaynaklanan gövde biyokütlesindeki artış, yukarıda bahsedilen yer üstü biyokütle genişleme faktörü (boyutsuz) ile hesaplanır.
BEF_2	Yukarıda yer alan gövde biyokütlesi genişleme faktörüne bağlı olarak hesaplanan mevcut gövde biyokütlesi (boyutsuz).	**BCEFr**	Yukarıda yer alan gövde biyokütlesi genişleme faktörüne bağlı olarak hesaplanan mevcut gövde biyokütlesi (boyutsuz).
R	Kökten gövde oranı (boyutsuz)	**R**	Kökten gövde oranı (boyutsuz)
FB_L	Ormandaki parçalanma sürecindeki biyokütlenin oranı (boyutsuz)	**CF**	Karbon çarpanı (0,51 ibreliler,0,48 yapraklılar)
CF	Karbon çarpanı (0,5)		

Tablo 2'de yer alan ortak tanımlayıcılar ile birlikte IPCC' ye göre Biyokütle ve Karbon miktarlarının belirlenmesinde 3 temel yöntem kabul edilmiştir.

Yöntem 1, denklemlerin ve varsayılan katsayı değerlerinin (örneğin, emisyon ve stok değişim faktörleri) kullanımı en basit yöntemler olacak şekilde tasarlanmıştır. Ülkeye özgü faaliyet verilerine ihtiyaç duyulmasına rağmen genellikle küresel olarak mevcut verilerden faydalanılır (örneğin, ormansızlaşma oranları, tarımsal üretim istatistikleri, küresel arazi örtüsü haritaları, gübre kullanımı, hayvancılık nüfusu verileri, vb.). Ancak bu veriler genellikle mekansal olarak kaba olur ve orman envanterlerinden elde edilen dendrometrik bilgileri temel almaktadır (IPCC, 2006). Bu bilgiler arasında göğüs yüksekliği çapı ve bazen ağaç boyu bulunmaktadır (Tolunay, 2019). Bu envanterler genellikle biyokütleyi hesaplamaya değil ağaç gövdelerinin ticari değerini belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Alan envanterleri sırasında toplanan ağaç çapı, her ağacın ticari hacmini hesaplamak için kullanılmaktadır (Mısır vd., 2017). Her tür için önceden belirlenmiş olan allometrik denklemler, bireysel ağaç gövde hacmini veya biyokütlesini tahmin etmek için kullanılır. LULUCF/AFOLU veya FRA 2010'un (FAO, 2010) odun yoğunluğu, dönüşüm katsayıları ve genişleme faktörleri (BEF, BECF, CF) kullanılarak (IPCC,2003; 2006), elde edilen hacim tablosu biyokütleye ve sonra da karbon stoğuna dönüştürülür. Gıda Tarım Örgütü (2010), her ülkenin ulusal verilerin eksikliği veya yetersizliği durumunda kullanabileceği varsayılan dönüşüm/genişleme katsayılarını/faktörlerini belirleyen Orman Kaynakları Değerlendirme Rehberi (FRA 2010)' ni oluşturmuştur. Türkiye'deki iğne yapraklı ve yaprak döken ormanlar için FRA 2010 rehberindeki varsayılan parametrelerin kullanıldığı yöntem ve katsayılar Tablo 3' te açıklanmıştır.

Tablo 3. FRA 2010 yönteminin parametre terminolojisi (FAO, 2010)

Karbon Havuzları	**Orman Tipleri**	**Hesaplama Yöntemi ve Katsayılar**	
		Verimli Ormanlar	**Bozuk Ormanlar**
Toprak Üstü Biyokütle (AGB)	İğne yapraklı	SV x 0,496 x 1,22	SV x 0,496 x 1,22
	Yaprak Döken	SV x 0,638 x 1,24	SV x 0,638 x 1,24
Toprak Altı Biyokütle (BDB)	İğne yapraklı	AGB x 0,29	AGB x 0,40
	Yaprak Döken	AGB x 0,24	AGB x 0,46
Toprak Üstü Karbon (AGC)	İğne yapraklı	AGB x 0,51	AGB x 0,5
	Yaprak Döken	AGB x 0,48	AGB x 0,4
Toprak Altı Karbon (BDC)	İğne yapraklı	BGB x 0,51	BGB x 0,51
	Yaprak Döken	BGB x 0,48	BGB x 0,48
Ölü Odun Karon (DWC)	İğne yapraklı	AGC x 0,01	AGC x 0,01
	Yaprak Döken	AGC x 0,01	AGC x 0,01

Tablo 3'ün devamı

Ölü Örtü Karbon (DCC)	İğne yapraklı	A_1 x 22	A_3 x 6
	Yaprak Döken	A_2 x 13	A_4 x 2
Toprak Organik Karbon (SOC)		(A_1+A_2) x 34	(A_3+A_3) x 34
Ekosistem Toplam Karbon (ETC)	AGC+BGC+DWC+DCC		

Tablo 3'te SV = Gövde Hacmi (m3); A1: İğne Yapraklı ve Verimli Orman Alanı; A2: Yaprak Döken ve Verimli Orman Bölgesi; A3: İğne Yapraklı ve Bozulmuş Orman Bölgesi; A4: Yapraklı ve Bozulmuş Orman Alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yöntem 2, Yöntem 1 ile aynı metodolojik yaklaşımı kullansa da en önemli arazi kullanımı veya hayvancılık kategorileri için ülkeye veya bölgeye özgü verilere dayanan emisyon ve stok değişim faktörlerini uygulamaktadır. Ülke tarafından tanımlanan emisyon faktörleri, o ülkedeki iklim bölgeleri, arazi kullanım sistemleri ve hayvancılık kategorileri için daha uygundur. Yöntem 2'de belirli bölgeler ve özel arazi kullanımı veya hayvancılık kategorileri için ülke tarafından tanımlanan katsayılara karşılık gelmesi için genellikle daha yüksek zamansal ve mekansal çözünürlük ve daha ayrıntılı faaliyet verileri kullanılır (IPCC, 2006). Bu bağlamda Yöntem 2, Yöntem 1 ile benzerlik göstermekle birlikte Yöntem 2'nin farkı, katsayıların ulusal verilerden geliştirilmiş olması ve ulusal düzeyde kullanılmasıdır (Asan, 1995; 1999; 2002). Bu bağlamda, Türkiye'de ilk faktörlerin Asan tarafından geliştirildiği belirtilmelidir (Asan, 2011). Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar (ETFOP) doğrultusunda, Varol (2018), Mısır ve diğerleri (2017), Tolunay (2013) ve Asan (1995) gibi birçok yazar, yeni katsayılar ve faktörler önermiştir. "Türkiye'deki Ormanlık Alanlardan Artış ve Orman Varlığı ile Bitki Kütlesi ve Karbon Miktarlarının Hesaplanmasında Kullanılabilecek Katsayılar" ve "Türkiye Ormanlarının Karbon Depolama Hesaplamasında Kullanılan Biyokütle Katsayıları" başlıklı çalışmalarda, Tolunay (2019), Türkiye'nin Ormanları için yeni katsayılar önermiştir. Tablo 4, Türkiye'de son birkaç on yılda geliştirilen bazı dönüşüm katsayılarını göstermektedir. Bu katsayılar (Yöntem 2) orman biyokütlelerinin, karbon stoklarını değerlendirmede kullanılmak üzere ETFOP tarafından düzenlenmiştir (Türkiye NIR, 2021; OGM/ETFOP No 299, 2017 sayılı Talimat; Mısır vd., 2017; Gültekin vd., 2019).

Tablo 4. Asan tarafından üretilen katsayılar ve faktörler terminolojisi (Asan, 1995)

Havuzlar	Ağaç Tür Çeşitleri	Hesaplama Yöntemi
Toprak Üstü Biyokütle (AGB)	İğne Yapraklı	SV x 0,473 x 1,20
	Yaprak Döken	SV x 0,640 x 1,25
Toprak Altı Biyokütle (AGB)	İğne Yapraklı	AGB x 0,20
	Yaprak Döken	AGB x 0,15
Ölü ve Diri Örtü Biyokütlesi (DLCB)		(AGB + BGB) x 0,40
Toplam Biyokütel (TB)		AGB + BGB + DLCB
Biyokütlede ki Toplam Karbon(TCTB)		TB x 0,45
Toprak Organik Karbonu (SOC)		TB x 0,45 x 0,58
Toplam Karbon (TC)		TCTB + SOC

Küresel olarak, GPGLULUCF/AFOLU, 2003-2006; FRA 2010 (FAO, 2010) ve ETFOP (IPCC, 2003-2006; OGM, 2014; Tolunay, 2013 ve 2019) tarafından iyileştirilen Yöntem 1 ve Yöntem 2 kullanılarak, uygulama prensibi aynı olan, Türkiye' de Kızılçam (*Pinus brutia* (Ten.) veya Türk Çamı) (Aydın vd., 2017), Sarıçam (*Pinus sylvestris* veya Sarı çam) (Tolunay, 2009; Tüfekçioğlu vd., 2010; Demir, 1992; Çömez, 2011), Karaçam (*Pinus nigra Arnold subsp.Pallasiana (Lamb.) Holmboe* veya Anadolu Kara Çamı) (Özkan, 2003; Sevgi, 2003) gibi ağaç türleri üzerinde birçok araştırma yapılmıştır. Diğer çalışmalar ayrıca Kayın (*Fagus orientalis* veya Doğu Kayını) (Mısır vd., 2013; Yener, 2006; Özhan, 1977) üzerinde de yapılmıştır.

Tablo 5'te gösterilen dönüşüm ve genişleme katsayılarına dayalı olarak, ETFOP tarafından Yöntem 2' ye dayalı olarak belirlenen faktörler ve katsayılar biyokütlenin tahmin edilmesi ve karbon hesabının yapılmasını kolaylaştırmaktadır. Dolaylı yöntem, yer üstü biyokütle, yer altı biyokütle, ölü odun ve toprak organik maddesi ile birlikte dönüşüm ve genişleme faktörlerini kullanarak, küresel eşdeğer karbon stokunu türetilmesini sağlamaktadır. Ekosistemin toplam biyokütle ve eşdeğer karbon stoğu, tüm havuzların (yer üstü/yer altı) toplamlarının toplanmasıyla elde edilmektedir (Yolasığmaz vd., 2016).

Tablo 5. ETFOP ve diğer araştırmacılar tarafından Türkiye'de önerilen biyokütle ve karbon katsayılarının (dönüşüm, genişleme) terminolojisi

Element	Tür grupları	$BCEF_1$ (t/m^3)	$BCEF_s$ (t/m^3)	$BCEF_r$ (t/m^3)	$BCEF_{yaprak}$ (t/m^3)	$BCEF_{dal}$ (t/m^3)	BEF1	BEF2	CF	WD
ETFOP	İğne yapraklı	0.541	0.563	0.612	-	-	1.212	1.262	0.51	0.446
	Yaprak Döken	0.709	0.717	0.797	-	-	1.310	1.326	0.48	0.541
Tolunay, 2019	İğne yapraklı	0.518	0.533	0.580	-	-	1.208	1.265	0.51	0.40
	Yaprak Döken	0.691	0.657	0.730	-	-	1.293	1.335	0.48	0.52
Mısır vd., 2017	İğne yapraklı	0.548	0.570	0.620	0.031	0.070	-	-	-	-
	Yaprak Döken	0.712	0.729	0.810	0.043	0.128	-	-	-	-
Tolunay, 2013	İğne yapraklı	0.541	0.563	0.612	0.028	0.067	-	-	-	-
	Yaprak Döken	0.709	0.717	0.797	0.039	0,128	-	-	-	-
Çömez, 2010	*Pinus Sylvestris*	0.545	-	-	-	-	1.279	-	-	-
Atmaca, 2008	*Pinus Sylvestris*	0.510	-	-	-	-	1.198	-	-	-
Uğurlu 1976	*Pinus Sylvestris*	0.529	-	-	-	-	1.242	-	-	0.426
Ünsal, 2007	*Pinus brutia*	0.645	-	-	-	-	1.349	-	-	-
Çakıl, 2008	*Pinus nigra*	0.503	-	-	-	-	1.071	-	-	0.470

ETFOP (ulusal) katsayılarının terminolojisi Tablo 6'da sunulmaktadır.

Tablo 6. Orman karbonunun hesaplanmasına yönelik ETFOP yönteminin terminolojisi

ETFOP Karbon Havuzları	Orman Tipleri	Hesaplama Yöntemi ve Katsayılar	
		Verimli Ormanlar	Bozuk Ormanlar
Toprak üstü Biyokütle (AGB)	İğne Yapraklı	SV x 0,446 x 1,212	SV x 0,446 x 1,212
	Yaprak Döken	SV x 0,541 x 1,31	SV x 0,541 x 1,31
Toprakaltı Biyokütle (BGB)	İğne Yapraklı	AGB x 0,29	AGB x 0,40
	Yaprak Döken	AGB x 0,24	AGB x 0,46
Toprak üstü Karbon (AGC)	İğne Yapraklı	AGB x 0,51	AGB x 0,51
	Yaprak Döken	AGB x 0,48	AGB x 0,48
Toprakaltı Biyokütle (BGC)	İğne Yapraklı	BGB x 0,51	BGB x 0,51
	Yaprak Döken	BGB x 0,48	BGB x 0,48
Ölü Odun Karbon (DWC)	İğne Yapraklı	AGC x 0,01 x 0,47	AGB x 0,01 x 0,47
	Yaprak Döken	AGC x 0,01 x 0,47	AGB x 0,01 x 0,47

Tablo 6'nın devamı

Ölü Örtü Karbon (DCC)	İğne Yapraklı	A x 7,46	A x 1,86
	Yaprak Döken	A x 3,75	A x 0,93
Toprak Organik Karbon (SOC)	İğne Yapraklı	A x 76,56	A x 19,14
	Yaprak Döken	A x 84,82	A x 21,20
Toplam Karbon (ETC)	AGC + BGC + DWC + DCC + SOC		

Yöntem 3'te ulusal koşullara göre uyarlanmış olarak zaman içinde tekrarlanan, yüksek çözünürlüklü verilerle yapılan ve ulusal karbon havuzları düzeyinde modeller ve envanter ölçüm sistemleri dahil olmak üzere daha karmaşık yöntemler kullanılır. Yöntem 3, Yöntem 1 ve 2'ye göre daha fazla kesinliğe sahip tahminler sağlar. Yöntem 3 gibi sistemler düzenli zaman aralıklarında tekrarlanan kapsamlı arazi örneklemesini içerir. Yaş, üretim verileri, toprak verileri ve arazi kullanımı ve yönetimi gibi verilerin GIS tabanlı sistemlerini içerebilir ve çeşitli izleme türlerini entegre edebilir. Arazi kullanımında değişiklik meydana gelen arazi parçaları istatistiksel olarak zaman içinde izlenebilir. Genellikle bu yöntem iklim ile ilişkilidir ve bu nedenle iklimde meydana gelen yıllık değişimlerde tahminler sağlar. Modeller kalite kontrollerinden, denetimlerden ve doğrulamalardan geçmektedir (IPCC, 2006). Bu nedenle Yöntem 3, GPG-LULUCF tarafından önerilen daha üst düzey ve karmaşık bir yöntemdir (IPCC, 2003 & 2006). Bu yöntem, doğrudan arazi çalışmalarına dayanır ve ulusal koşulları yansıtmak için tasarlanmıştır (Amon vd., 2021). Karmaşık olmasına rağmen oldukça doğru sonuçlar sağlar ve arazi çalışmalarında kapsamlı ve açıklayıcı verilerin doğrudan toplanmasını sağlar. Ancak, biyotaya zarar vermekle birlikte uygulayıcıya maliyetli olabilmektedir. Özellikle tek ağaç özellikleri (tür, boy, çap, yaş, kalite), meşcere özellikleri (meşcere tipi, yoğunluk), büyüme ortamı faktörleri (çeşitli gelişim çağları, çeşitli yaş sınıfları), topografik özellikler (rakım, eğim, yön), coğrafi veriler (yükseklik, koordinatlar) ve silvikültürel uygulamaları içermektedir. Ayrıca, bu yöntem net birincil üretim (NPP) ile çalışılan ekosistem içindeki toprakaltı ve toprak üstü biyokütlenin tahminini kolaylaştırmak için dikkatlice hazırlanmış envanter temeline dayanmaktadır (Yavuz vd., 2010). Bu yöntem, kesin ulusal orman karbon stoğu tahminlerine ulaşma isteğini destekler ve kara ekosistemlerini etkileyen faktörlerin dikkate alınmasıyla diğer nicel yöntemlerin doğrulanmasına sağlam bir referans noktası oluşturur (Mısır vd., 2018). Ancak, envanter zamanlamasındaki farklılıklar, parsellerin konumları, ölçüm hataları ve belirsiz tahmin modelleri gibi sorunlar nedeniyle yerel ölçekten ulusal, bölgesel veya hatta küresel düzeyde dolaylı yöntemlerin genişletilmesi standartlarını belirlemektedir (Hari & Tyagi, 2022).

Türkiye'de, Kızılçam (*Pinus brutia*), Karaçam (*Pinus nigra*), Sarıçam (*Pinus sylvestris*), Meşe (*Quercus subs.*), Göknar (*Abies nordmanniana*) gibi birkaç ağaç türünden oluşan saf ve karışık alanlar üzerine bir dizi araştırma, Yöntem 3 yaklaşımı ile yapılmıştır (Yavuz ve diğ., 2010; Mısır, 2012; Mısır ve diğ., 2018; Çömez, 2012; Öztürk, 2022; Sakıcı ve diğ., 2016; Gültekin ve diğ., 2019; Güner ve Güner, 2021). Bu çalışmalar, arazi verilerinin toplanması ve laboratuvar çalışmalarının yürütülmesi için büyük miktarda kaynak tahsis etmiştir. Küresel düzeyde, bu çalışmaların birçoğu, Uzaktan Algılama yöntemleri (Kanja ve diğ., 2019; 2018; Aksoy, 2021), regresyon analizi (allometrik modeller) ve Yapay Sinir Ağları gibi yapay zeka tekniklerini (Sakıcı ve diğ., 2018; Seki, 2023) kullanarak orman biyokütlesi ve karbon depolamasını incelemiştir. Araştırmalar, dolaylı yöntemlerin kullanımına kıyasla önemli iyileştirmeler sağladığını göstermektedir (Varol ve diğ., 2018).

Regresyon, iki veya daha fazla bağımsız değişken ile bir veya daha fazla bağımlı değişken arasındaki istatistiksel veya matematiksel ilişkiyi lineer ve/veya doğrusal olmayan denklemlerle modellemek için kullanılan bir yöntemdir. Ormancılık alanında, bağımlı değişkenler (hacim, biyokütle veya karbon) ile bağımsız değişkenler (çap, boy, hacim ve diğer meşcere parametreleri) arasındaki ilişkileri açıklayan allometrik denklemler (modeller) geliştirmek için çeşitli çalışmalar regresyon yöntemlerini kullanmıştır. Bu biyokütle tahmin modellerine bazı örnekler Tablo 7'de verilmiştir. Türkiye'de bazı ağaç türleri ve meşcerelerin biyokütle ve karbon depolaması için lineer ve doğrusal olmayan regresyon modellerini belgeleyen birçok çalışma bulunmaktadır (Aydın&Can, 2017; Karagöz&Akbulut, 2016; Demir&Kaya, 2014). Biyokütle tahmin modellerinin birçoğu, bağımsız değişken olarak yalnızca göğüs yüksekliğindeki çapı ($d_{1.30}$) veya bazen ağaçların boyunu (H) temel alarak geliştirilmiştir. Ayrıca, bazı ağaç türleri için çap ve/veya boya dayalı karbon tahmin ilişkilerini belirleyen çeşitli çalışmalar da yapılmıştır. Dünya çapında ağaç allometriklerinin derlemesi GlobAllomeTree (Henry vd., 2013) ve Fantallometrik (Trotta vd., 2013) tarafından sunulmuştur. Türkiye'de ise, Tablo 8'de gösterilen çalışmalarda olduğu gibi, C toplam ağaç karbon stoku (kg/ha veya t/ha); D ise 1.30 m'deki ağaç çapını göstermektedir (cm).

Tablo 7. Türkiye'deki bazı ağaç türlerinin biyokütle modellerinin örneklemesi

Türler	**Model**	**Kaynak**
Pinus nigra	$Y = 5.927536 + 1.155611^{D}$	Güner vd., 2014
Pinus nigra	$Y = -103.221 - 9.773876D + 0.10335D^{2}$	Çakıl, 2008

Tablo 7'nin devamı

Pinus nigra	$Y = 0.112D^{2.343}$	Sakıcı vd., 2016
Pinus nigra	$Y = -113.505 + 0.247D^2 + 0.493DH$	Sakıcı vd., 2016
Pinus sylvestris	$Y = 6.8334237 + 0.6652d^2$	Atmaca, 2008
Pinus sylvestris	$Y = 0.445 + V^{1.011}$	Çömez, 2011
Pinus sylvestris	$Y = -6.358 + 0.139D^2$	Aydın, 1996
Pinus sylvestris	$Y = 31.071 - 4.202D + 0.57D^2$	Ülker, 2010
Pinus sylvestris	$Y = 0.0347(HD^2)^{0.8974}$	Tolunay, 2012
Pinus brutia	$lnY = 6.564528 + 1.50280256lnD$	Ünsal, 2007
Fagus orientalis	$Y = 0.212D^{2.277}$	Bulut, 2012
Fagus orientalis	$Y = 0.51592 + D^{2.677403}$	Erkut, 2013
Fagus orientalis	$Y = 41.483(1.073)^D$	Mısır vd., 2013
Abies nordmaniana	$Y = 0.042861 + 0.04161D^2$	Karabürk, 2011
Abies nordmaniana	$Y = 107.197 - 13.702D + 0.665D^2$	Mısır vd., 2012
Cedrus libani	$Y = -31.0516 + 0.303619D^2$	Ülküdür, 2010
Y: Tahmin edilen toplam biyokütle (kg/ha veya t/ha), D:Göğüs yüksekliği çapı (cm), H:Ağacın boyu, V: Apacın toplam hacmi (m^3)		

Karbon modelleri, biyokütle modelleriyle (Tablo 8) benzer şekilde aynı modelleme prensiplerine ve ağaç çapı ($d_{1.30}$) gibi bağımsız değişkenlere dayanır. Bu modeller, SPSS, SAS, MatLab ve Statistica gibi istatistiksel yazılımlar kullanılarak pratik ve erişilebilir hale gelir. Ancak, bu modellerin güvenilirliği, belirli istatistiksel varsayımların karşılanmasına bağlıdır. Bu varsayımlar arasında model hatalarının normal dağılımı, hata varyanslarının homojenliği, hatalar arasında korelasyon bulunmaması (otokorelasyon) ve değişkenler arasında korelasyon bulunmaması yer alır (Flores vd., 2012). Bu sınırlamaları aşmak için, Yapay Sinir Ağı (YSA) Yöntemi, istatistiksel analiz için önerilen bir alternatif olarak ortaya çıkmış olup araştırmacılar tarafından performansındaki iyileşmeler nedeniyle tercih edilmektedir.

Tablo 8. Türkiye'de geliştirilen karbon modelleri

Türler	**Model**	**Kaynak**
Abies nordmanniana	$C = 0.0109D^{2.092}$	Mısır vd., 2012
Fagus orientalis	$C = 0.025672D^{2.775}$	Mısır vd., 2011
Picea orientalis	$C = 0.33D^{2.43}$	Mısır vd., 2011
Pinus sylvestris	$C = -28{,}36 + 0.413D^2$	Yavuz vd., 2010
Quercus sp.	$C = 31.071 - 4.202D + 0.57D^2$	Ülker, 2010
Pinus nigra	$C = 0.054D^{2.362}$	Sakıcı vd., 2016
Pinus nigra	$C = 1.2 + 0.172D - 0.001D^2$	Sakıcı vd., 2016
Pinus nigra	$C = 82.385 - 10.501D + 0.275D^2 + 0.298$DH	Sakıcı vd., 2016

Ağaç biyokütlesi tahmini alanındaki araştırmalar genellikle regresyon modellerinin oluşturulmasını içermektedir. Yapay sinir ağları, ormanların modellemesinde ki pratik uygulama sorunlarını çözmek için kullanılabilecek güvenilir modeller üretme potansiyeline sahip olduğundan YSA modelleme tekniği araştırmalarda önemli ölçüde ilgi görmüştür (Leal vd. 1997; Diamanto-poulou 2005; Cai vd. 2010; Diamanto-poulou&Millios 2010; Yurtseven vd. 2013; Özçelik vd., 2010, 2013, 2017; Rıofrío vd. 2015, Yasen&Koedsin 2015; Sakıcı&Özdemir 2018).

YSA yöntemi, geleneksel doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modellerinin ötesine geçen ve yapay zekaya dayanan bir istatistiksel tekniktir. YSA, matematiksel veya hesaplamalı sistemler ve algoritmalarla birlikte, biyolojik sinir ağlarını model alarak geliştirilmiş stratejilerdir. Bu ağlar, deneysel bilgiyi doğal olarak depolama ve kullanılabilir hale getirme eğilimindedir. Bu nedenle, YSA doğrusal olmayan istatistiksel verileri modellemek için oldukça etkili araçlardır ve özellikle biyometristler için yenilikçi, pratik, güvenilir, kesin ve akıllı bir çözüm sunar (Brosofske vd., 2014; Chiarello vd., 2019).

YSA' nın işleyiş şeması, insanlarda bulunan biyolojik nöron sistemine benzer. Geriye Yayılım (BP) Yapay Sinir Ağları, geleneksel yaklaşımlardan farklı olarak, Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP) kullanarak karmaşık, kusurlu ve doğrusal olmayan verileri işler. YSA' nın avantajları arasında veri dağılımından bağımsız olmaları, temel süreçlerin tanımlanmasına gerek duyulmaması, doğrusal olmayan verileri kolayca işlemeleri, çok karmaşık sorunları etkili bir şekilde çözmeleri, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal ilişki sorunlarının olmaması ve çok kaynaklı verileri kullanabilmeleri bulunur (Brosofske vd., 2014).

Chiarello vd., (2019) yaptığı kapsamlı bir incelemeye göre, 2007-2018 yılları arasında yayımlanan 1140 makale analiz edilmiştir. Bu inceleme, YSA' nın orman biyometriği ve modellemedeki uygulamalarına odaklanmıştır. Sonuçlar, analiz edilen makalelerin %35'inin ticari ağaç hacmi analizine odaklandığını ve %63'ünün Brezilyalı araştırmacılar tarafından yürütüldüğünü göstermiştir. Ayrıca, çalışmaların %78' i Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP) mimarisini kullanmıştır (Chiarello vs., 2019).

Bu araştırmalar, YSA yönteminin orman biyometriği ve modellemede ne kadar etkili ve yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir. Geleneksel modellerin aksine, YSA'lar daha karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri daha etkin bir şekilde modelleyebilmekte ve çeşitli

orman parametrelerinin tahmininde yüksek doğruluk sunmaktadır (Brosofske vd., 2014; Chiarello vd., 2019).

YSA'ların karmaşık sistemleri anlamadaki etkinliği nedeniyle bu modelleme tekniği doğrusal olmayan modellerin yerleştirilmesinde alternatif bir yaklaşım olarak kullanılabilir. Orman bileşenlerinin modellenmesinde biyokütle tahmini alanında YSA'lar doğrusal olmayan bir yeniden yapılandırmanın inşası için başarıyla kullanılmıştır. Birçok bilim insanı YSA' ların yapısını ve işleyişini kapsamlı bir şekilde tartışmışlardır (Patterson 1996; Kriesel 2007; Haykin 2009).

Bu derin öğrenmeye dayalı analiz tekniği, tek ve çoklu regresyon modellerini değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır. Yapay Sinir Ağı (YSA) yöntemi kullanılarak, birçok ülkede gövde eğimi, ağaç boyu, gövde hacmi ve ağaç boyu-çapı gibi birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Örneğin, Polonya'da Cywicka vd., (2022), 144 Sarıçam (Pinus sylvestris L.) ve 750 adet meşe (*Quercus robur* L.) kabuğunun kalınlık varyasyonunu tekrarlayan sinir ağları kullanarak modellemiş ve ağaç yaşını, kökenini, coğrafi konumunu, meşcere koşullarını (sıcaklık, su bulunabilirliği gibi etkileyen faktörleri) dikkate almış ve bunu çift kabuk kalınlığını tahmin etmek için Gövde Eğrisi ile karşılaştırmıştır (Cywicka vd., 2022). Schikowski vd., (2018), makine öğrenimi kullanarak *Acacia negra* gövdesinin şeklini ve hacmini modellemiştir. Makine öğrenimi tekniklerinin doğruluğunu bir hacim modeli ve konik fonksiyonla karşılaştırarak, yazarlar makine öğrenimi modellerinin orman ölçümünde geleneksel modelleme uygulamalarına alternatif olarak uygun olduğuna sonuç çıkarmışlardır (Schikowski vd., 2018). De Azevedo vd. (2020), 460 Eukaliptüs gövdesinin çoklu hacmini modellemek için Yapay Sinir Ağını kullanmış ve bu yaklaşımın daha uygun olduğunu yüksek ilgi ve doğrulukla sonuçlandırmıştır (De Azevedo vd., 2020). Nunes & Gorgens (2016), tropikal orman ağaçlarının gövdelerinin çok asimetrik olması nedeniyle konik denklemlerin gövde yüksekliğindeki çaplarını tahmin etmesini imkansız kılan bir durumda YSA'nın performansını Random Forest Regresyon ile değerlendirmişlerdir. Yazarlar, lokal etkiler üzerinde çalışan sinir ağı yönteminin olumlu sonuçlar verdiğini sonuç olarak çıkarmışlardır (Nunes & Gorgens, 2016). Brezilya'da Dos Santos vd. (2018), *Ormosia paraensis Ducke*'nin 140 yaprağının yaprak alanını, Geri Yayılım algoritması ile eğitilmiş 100 MLP-YSA ile başarılı bir şekilde modellemiştir (Dos Santos vd., 2018). Çin'de Tuan ve diğerleri (2019), Pinus koraiensis ağaçlarının boy-çap ilişkisini tahmin etmek için YSA ve doğrusal olmayan regresyon kullanmıştır (Tuan vd., 2019).

Türkiye'de Bolat (2021), Ankara Bölgesi Orman İşletme Müdürlüğü'nde saf karaçam meşcerelerinde incelenen 180 parselde örneklenen 300 ağacın tahmin modellerini (genelleştirilmiş boy-çap, segmentli eğim, ağaç hacmi, meşcere büyümesi, çap dağılımı ve tek ağaç çap artışı) elde etmek için YSA ve regresyon analizi (tek ve çoklu) kullanmıştır. Bolat (2021), Yapay Sinir Ağı modellerinin aşırı uyum sorunları olmadığını ve güçlü genelleme yeteneklerine sahip olabileceğini sonuçlandırmıştır. Ayrıca, bu zeki yaklaşımın faydalılığını, sarı çam, kızıl çam, Cilicica ladin ve Lübnan sediri gibi ağaçların gövde hacmini modelleyerek de ortaya koymuştur (Bolat, 2021).

1.1.1. Literatür Araştırması

Sanayi devriminden günümüze kadar dünya gündeminde yer alan iklim değişikliği ve bu bağlamda küresel ısınma ile mücadele de ormanlara çok önemli görevler verilmiştir. Bu nedenle atmosferdeki serbest halde bulunan karbondioksiti bünyesinde depolayan ormanlar küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadelede etkin ve verimli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda ormanların depoladığı karbon miktarlarının hesaplanması iklim değişikliği ile mücadelede yol haritası çizmek için son derece önemli ve anlamlı olmaktadır. Ormanlar üzerinde yapılan karbon depolama çalışmaları son derece maliyetli, arazi şartları ve iş gücü bakımından zor olması sebebiyle zamandan, maliyetten ve iş gücünden tasarruf etmek için karbon depolama modelleri geliştirilmiştir. Dünya genelinde ve Türkiye ormanlarında bulunan ağaç türlerine ait biyokütle ve karbon depolama modelleri üzerine yapılan çalışmalar, farklı orman ekosistemlerindeki ağaç türlerinin biyokütle miktarlarını ve karbon depolama kapasitelerini incelemektedir.

Young (1971), ormanların biyokütlesinin hesaplanmasında birtakım çalışmalar yapmış ağaç bileşenlerinin yaş ve fırın kurusu ağırlıklarının, tek ağaç bileşenlerinin çap, göğüs yüzeyi, boy ve yaşa bağlı olarak değiştiğini ortaya koymuştur.

Sun (1980), Kızılçam (P. brutia Ten.) türüne ait biyolojik kütleyi saptamıştır. Kızılçam tek ağaç öğelerine ait yaş ve fırın kurusu ağırlıkların saptanması için, gerçek verilere dayalı oluşturulan modellerin katsayıları en küçük kareler yöntemine göre hesaplanmış ve uygulanabilirlikleri irdelenmiştir.

Sharma & Srıvastava (1984), Hindistan'ın Tamil Nadu Bölgesindeki değişik yaştaki Pinus patula meşcerelerindeki toplam biyokütleyi hesaplamışlar ve toplam biyokütlenin %82 ile 87 oranında toprak üstünde olduğunu, %13 ile %18"lik kısmının toprak altında olduğunu belirlemişlerdir.

Steininger (2000), uydu optik verilerini kullanarak gölgelik spektral yansımasından tropikal ormanın yer üstü biyokütlesini tahmin etmektedir. Landsat Tematik Haritalayıcı verileri, Manaus, Brezilya ve Santa Cruz de la Sierra, Bolivya yakınlarındaki orman alanlarında yürütülen arazi araştırmalarıyla eş zamanlı olarak elde edilmiştir. Uydu verileri yüzey yansımalarına dönüştürülerek büyüme yaşı, biyokütle ve yapısal değişkenlerle karşılaştırılmıştır. Brezilya meşcereleri için orta-kızılötesi yansıma ile meşçere yaşı, boy, hacim ve biyokütle arasında önemli ilişkiler gözlenmiştir.

Mısır vd. (2012), Türkiye'nin batı Karadeniz bölgesinde yayılış saf göknar ormanları için biyokütle ve karbon depolama modelleri geliştirmişlerdir. Biyokütle örnekleri farklı vejetasyon tiplerinden ve arazi kullanımlarından toplanmıştır. Allometrik denklemler kullanarak biyokütle ve karbon depolama miktarları tahmin edilmiştir. Çalışma alanının karbon biyokütle haritası geliştirilmek için coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanılmıştır.

Karabürk (2011), Bartın ili Uludağ göknar meşcerelerinin biyokütle tabloları düzenlenmiştir. Biyokütle tabloları tek ağaç bazında ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Örnek ağaçlara ait bütün örneklerin fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiş ve tek girişli ağırlık tabloları oluşturulmak amacıyla, göğüs çapı-bileşenlerin ağırlık değerleri ile ilişkiye getirilmiş ve ilişkiyi en iyi yansıtan modeller ortaya konulmuştur.

Ülküdür (2010), Antalya Orman Bölge Müdürlüğü içerisindeki Sedir meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilebilmesi amacıyla örnek ağaçlardan alınan her bir örnek ağaca ait biyokütleleri belirlenmiştir. Tek girişli biyokütle tabloları oluşturmak amacıyla, göğüs çapı-bileşenlerin ağırlık değerleri ilişkiye getirilmiştir. Çift girişli ağırlık tabloları oluşturmak için, göğüs çapı ve boyu ile bileşenlerin ağırlık değerleri ilişkiye getirilmiştir. Böylelikle tek girişli ve çift girişli biyokütle modelleri oluşturulmuştur.

Mısır (2011), Ladin meşcerelerinde karbon depolama kapasitesinin belirlenmesinde model oluşturmuştur. Deneme alanlarının karbon depolama kapasitelerinin belirlenmesinde ise Asan (2002) tarafından belirlenen katsayılar kullanılmıştır. Deneme alanlarında yapılan ölçümlerle elde edilen hacim miktarları, Türkiye ormanlarında her ağaç türü grubu için özel hesaplanmış katsayılar ile çarpılarak, deneme alanlarının karbon depolama kapasiteleri belirlenmiştir.

Ünsal (2007), Adana orman bölge müdürlüğü Kızılçam biyokütle tabloları düzenlemiştir. Kızılçam meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilebilmesi amaçlanmıştır. Örnek alanlardan alınan örnek ağaçlara ait her bir bileşenin tahmini biyokütle tablolarının oluşturulabilmesi amacıyla allometrik denklemlerden en uygunu kabul edilmiştir.

Tolunay (2012), sarıçama ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılabilecek katsayıları hesaplamıştır. Bu katsayıları hesaplayabilmek için Bolu Aladağ'daki sarıçam (Pinus sylvestris L.) ormanlarından gövde odunu (kabuklu ve kabuksuz), kabuk, canlı dal, kuru dal, toplam dal, ibre ve toprak üstü bitkisel kütleyi tahmin etmek üzere doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon denklemleri geliştirilmiştir.

Ülker (2010), Amasya orman bölge müdürlüğü sarıçam meşcerelerinin tek ağaç biyokütle tablolarını düzenlemiştir. Yaş ve kuru biyokütle tablolarının düzenlenebilmesi için örnek alanlardan seçilmiş örnek ağaçların değişik çap ve boy kademesinde, canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli ve sağlıklı olmasına özen gösterilmiştir. Biyokütle tablolarının düzenlenmesi için allometrik denklemler denenmiş, en uygun denklemin belirlenmesi için R^2, Syx ölçütleri kullanılmıştır. En uygun modellerin belirlenmesinden sonra kontrol verileri ile genel bazda uygulanabilirlikleri test edilerek 0.05 önem düzeyinde, bu modellerin kullanılabileceğine karar verilmiştir. Belirlenen denklemler kullanılarak örnek alanlardaki toprak üstü biyokütle miktarı hesaplanmıştır.

Çömez (2011), çalışmasında sarıçam meşcerelerinde meşcere yapısının ve eğiminin karbon ve nitrojen salınımı üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Çoklu regresyon analizi ile tahmin edilen en yüksek R^2, en düşük standart hata ve anlamlılık düzeyi $P < 0,05$ olan sabitlere sahip denklemler verilmiştir. Sonuç olarak meşcere yapısında kesime bağlı değişikliklerin, çöp kompozisyonu ve kimyasındaki değişikliklerin yanı sıra mikro-çevresel

değişim nedeniyle orman ekosistemlerindeki ayrışma sürecini etkilediği sonucuna varılmıştır.

Atmaca (2008), Erzurum orman bölge sarıçam meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilebilmiştir. Örnek alanlardan alınan örnek ağaçlara ait her bir bileşenin tahmini biyokütle tablolarının oluşturulabilmesi amacıyla eşitliklerde korelasyon katsayısının ve F istatistiğinin en büyük, standart hatasının en küçük olduğu yöntem en uygun yöntem olarak kabul edilmiştir.

Yavuz vd. (2010), saf ve karışık sarıçam meşcereleri için mekanistik büyüme modelleri yöntemi kullanılarak ağaç türlerine ait verim gücü belirlenmiş, meşcere içi tür dağılımlarının istatistiksel olarak modellenmiş, saf ve karışık Sarıçam meşcerelerinin biyokütle miktarları belirlenmiş, saf ve karışık Sarıçam meşcerelerinin net üretim miktarları belirlenmiş ve saf ve karışık Sarıçam meşcerelerinin karbon depolama kapasiteleri belirlemiştir.

Sakıcı vd. (2016), Kastamonu orman bölge müdürlüğü saf karaçam meşcereleri için toprak üstü biyokütle ve karbon depolama miktarlarını belirlemiştir. Biyokütle ve karbon depolama denklemleri, tek giriş (çap) ve çift giriş (çap/boy) kullanılarak regresyon analizi yöntemi ile elde edilmiştir. Belirtme katsayısı (R^2) ve standart hata (S_{yx}) ölçütlerine göre oluşturulan denklemlerde en uygunu seçilmiştir.

Güner vd. (2014), karaçam ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarını belirlemiştir. Örneklemeler verim sınıfı, gelişim çağı ve kapalılık bakımından farklılık gösteren alanlarda yapılmıştır. Ekosistemin farklı bileşenlerine ait besin yoğunluklarının ve besin stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Benzer çalışmayı Pirizoğlu (2019) yılında sıklık çağındaki karaçam meşcerelerinde gerçekleştirmiştir.

Jhonson vd. (2010), Vermont'un Yeşil Dağlarındaki geniş yapraklı ağaç türlerine ait toprak ve toprak üstü karbon miktarını hesaplamıştır. 13 farklı kesim yöntemi ile değişik kesim periyotlarında toprak üstü biyokütle miktarı simüle edilmiştir. Sürekli kesim yapılan arazilerde toprak ve toprak üstü karbon havuzlarında azalmalar olduğunu bildirilmiştir.

Bulut (2012), Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Alacadağ Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde kalan saf Doğu kayını (Fagus orientalis L.) meşcereleri için

biyokütle denklemlerinin geliştirmiş, bu denklemlerden yararlanarak biyokütle miktarlarının ve biyokütle içerisinde depolanan karbon miktarının uzaktan algılama teknolojileri ile belirlemiştir. İlgili meşcerelerden örnek ağaçlar alınarak biyokütle miktarları hesaplanmıştır. Karbon depolama kapasitesi hesaplanırken literatürdeki biyokütle denklemleri kullanılmış ve daha sonra bu biyokütle içerisinde depolanan karbon miktarlarını belirlemek için; Asan (2002) tarafından verilen dönüştürme faktörü kullanılmıştır. Bu karbon sınıflarına göre araştırma alanına ait çeşitli uydu görüntüleri üzerinde ayrı ayrı kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Yapılan kontrol sonucunda karbon depolama kapasitesinin uydu görüntüsü üzerinden belirlenmesinde en yüksek doğruluğu Landsat ETM 7 +, uydusunun verdiği sonucuna varılmıştır.

Peichl & Arain (2007), Kanada'da Ontario'nun güneyinde beyaz çam ormanlarının toprak üstü ve toprak altı biyokütlesini hesaplayabilmek için allometrik biyokütle denklemleri geliştirmiştir. Örnek ağaçlar dört yaş sınıfına ayrılmıştır. Toprak üstü ağaç bileşenlerinin biyokütlesi ile ağaç çapı arasındaki allometrik ilişkiler meşcere yaşıyla birlikte değişiklik göstermiştir. Orman biyokütlesi ve karbon depolama hesabının bölgesel ve ulusal ölçekte iyileştirilmesi amacıyla, meşcere gelişiminin farklı aşamaları boyunca ağaç biyokütle tahsisi ve allometrisindeki değişikliklerin dikkate alınması gerekmediği ortaya konulmuştur.

Skövsgaard & Larsen (2012), Danimarka'da bulunan Avrupa kayını için tek ağaç bazında toprak üstü biyokütle denklemleri geliştirmişlerdir. Biyokütle denklemleri ağaç bileşenleri ve toplam ağaç için ayrı ayrı geliştirilmiştir. Model performansı, yalnızca toprak üstü biyokütle için ölçülen 74 ağaca dayanarak değerlendirilmiştir. Ağaç göğüs yüksekliği çapının ve ağaç boyunun biyokütleyi etkilediği ortaya konmuştur. Çeşitli ağaç türleri için biyokütle miktarlarının hesaplanmasında kullanılabilecek regresyon denklemlerinin geliştirilmesi ile ilgili benzer çalışmaları Chaturvedi & Raghubanshi (2013) tropik kuru ormanlarda, Lewis vd. (2013) 12 Afrika ülkesindeki bozulmamış tropikal ormanlarda, Lim vd. (2013) Güney Kore'de japon sedirinde, Menendez-Miguelez vd. (2013) İspanyanın kuzey batısındaki kestane ormanlarında, Ritchie vd. (2013) Kaliforniya'nın kuzeydoğu kesimlerinde bulunan çam ormanlarında, Alvarez vd. (2012) Kolombiya'nın farklı biyocoğrafik bölgelerinden 10 cm çapında 631 ağacın yer üstü biyokütle verilerini analiz ederek, Teobaldelli vd. (2009) iğne yapraklılar ve geniş yapraklılar için biyokütle genişleme

faktörlerinin meşcere yaşına, büyüyen stoka ve arazi endeksine göre genelleştirilmiş fonksiyonlarını gerçekleştirmiştir.

Erkut (2013), Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü saf kayın meşcerelerinin ekosistem bazında karbon depolama kapasitesini hesaplamıştır. Örnek alanlardan alınan örnek ağaçlarda yapılan analizler sonucunda Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü saf kayın meşcerelerindeki her bir ağacın gövdesinde 255 kg, dalında 157 kg, yaprağında 52 kg ve kabuğunda 21 kg olmak üzere ağacın tamamında 485 kg karbon depolandığı sonucuna varılmıştır.

Zhu vd. (2010) Kuzeydoğu Çin'de bulunan Changbai Dağı'ndaki büyük orman ekosistemlerinin (Pinus koraiensis ve geniş yapraklı karışık meşcere, 700-1.100 m; Picea ve Abies ormanı, 1.100-1.800 m; ve Betula ermanii ormanı, 1.800-2.000 m) yükseklikle değişen karbon depolama miktarları (bitki örtüsü, döküntü ve toprak C stoklarını ölçtük) incelemiştir. Tüm orman tipleri arasında en düşük bitki örtüsü ve toplam C yoğunluğu, ancak en yüksek toprak organik karbon (SOC) yoğunluğu Betula ermanii ormanında meydana geldiği ölçülmüştür.

Mısır vd. (2011, 2013), saf kayın meşcerelerinin biyokütle ve karbon depolama miktarını belirlemiştir. Yapılan çalışmada orman ekosistemi içerisinde karbonun depolandığı ekosistem bileşenlerinin biyokütleleri bulunmuş daha sonra bu biyokütle içindeki karbon miktarı hesaplanmıştır. Karbon depolama denklemlerinin geliştirilmesin için Regresyon Analizi yöntemi kullanılmıştır.

Yen & Lee (2011), Moso bambu (Phyllostachys heterocycla) ve Çin göknarı (Cunninghamia lanceolata) ormanları arasındaki toprak üstü karbon birikimini allometrik modele dayalı olarak karşılaştırmıştır. Toprak üstü karbon depolamasının Çin göknar ormanlarında Moso bambu ormanlarına göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Lacasia vd. (2024), İsviçre'nin başlıca orman tiplerinden olan yapraklı ağaç türlerinden kayın, meşe, dişbudak ve iğne yapraklı türlerden Norveç ladini, sarı çam ve gümüş göknar ormanlarının biyokütle miktarlarını hesaplamıştır. Alınan örnek alanlarda ki biyokütle miktarları hesaplanırken allometrik denklemler kullanılmıştır. Tek ağaç bazında biyokütle toprak üstü ağaç bileşenleri (gövde, dallar ve yapraklar) ve toprak altı (kökler) olarak hesaplanmıştır. Benzeri çalışmalara baktığımız incelendiğinde J. M. Chen, vd. (2002),

değişen iklim ve CO_2 konsantrasyonu altında farklı orman türleri (iğne yapraklı orman, karışık meşcere ve yaprak döken orman) için uzun vadeli odunsu biyokütlenin yönetim uygulamalarına duyarlılığı analiz etmiştir. H. S. He, vd. (2004), Kaliforniya'daki Sierra Nevada'da bulunan yaşlı karışık tür kozalaklı ormanda biyokütle ve karbon birikim dinamikleri modellenmiştir. Bond-Lamberty, B., vd. (2005), yaprak alan indeksi ve net birincil üretkenlik uzun vadeli ölçümlerini kullanarak orman karbon dinamiklerini modellemiştir. Larocque, G. R., vd. (2005), karışık meşcerelerde tekrarlanan envanter verilerini kullanarak ağaç biyokütlesi ve karbon dinamiklerini modellemiştir. Peng, C., vd. (2002), Kanada'nın boreal ormanlarında karbon depolama ve biyokütle değişimleri modellenmiştir. Zhou, X., vd. (2010), Çin'in karışık yaprak döken ormanlarında karbon birikimini ve biyokütle dinamiklerini modellenmiştir. Kurz, W. A., vd. (2009), Kanada ormanlarında karbon döngüsü ve biyokütle dinamiklerini modellenmiştir. McMahon, S. M., & Parker, G. G. (2015), karışık türden oluşan ormanlarda karbon birikimi ve biyokütle dinamiklerini modellemekte ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir yönetimi üzerine odaklanmaktadır. Forrester vd. (2017), Avrupa ağaç türleri için türlere özgü allometrik denklemler oluşturmuştur. Meşceredeki rekabet seviyesi (toplam biyokütle açısından), konumunu (enlem) ve iklimi (ortalama yıllık sıcaklık ve yağış toplamı) dikkate alınmıştır. Özdemir & Makineci (2019), Kuzey Trakya'daki meşe (Quercus) ormanlarında biyokütle bileşenlerinin nem oranları hesaplanmıştır.

Tolunay & Çömez (2008) Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları üzerine çalışmıştır. Yapılan çalışmada Türkiye'de ölü örtü ve toprak karbonun da yapılan çalışmalar derlenmiş olup orman toprağında depolanan karbon miktarı 1 ha alanda 78,0 Mg (ton) olarak hesaplanmıştır.

Tolunay, D. (2011), Türkiye orman ekosistemlerindeki canlı ağaç biyokütlesindeki toplam karbon stokları ve karbon birikimini hesaplamıştır. Türkiye ormanlarının karbon stokları, 2004 yılında tamamlanan ulusal orman envanteri esas alınarak incelenmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin yer üstü ve yer altı biyokütlesindeki yıllık karbon birikimleri, 2006 yılında yayımlanan "Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımları" (AFOLU) kazanç-kayıp yöntemlerine göre de incelenmiştir. Türkiye'deki ormanların, 2005 yılında 312,31 Tg CO_2olan antropojenik CO_2 emisyonlarının %7,99' unu depoladığı ortaya çıkmıştır.

Tolunay, D. (2013), Türkiye'de ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılabilecek katsayılar üzerine çalışmıştır. Bitkisel kütle genişletme faktörleri (BEF) olarak adlandırılan katsayıların, zaman içinde bitkisel kütle çalışmalarının sayısının artması ile güncellenmesi zorunluluğu oluşmuştur. Bu nedenle bitkisel kütle çalışmaları derlenerek BEF1 ve BEF2 katsayıları yeniden hesaplanmıştır. Çalışmada BEF1 katsayıları ibreliler için 1,212 ve yapraklılar için 1,310 olarak belirlenmiştir. Çalışmada ek olarak kullanılabilir odun hacmini toprak üstü bitkisel kütleye dönüştürmede kullanılabilecek BEF2 katsayıları güncellenerek yapraklılar için 1,326 ve ibreliler için 1,262 olarak bulunmuştur. Benzer çalışmaları Teobadelli vd. (2009) Kuzey Avrasya bölgesi için gerçekleştirmiştir.

Sevik, H., vd. (2015), Kastamonu ve Ilgaz Dağı Milli Parkları' nda ormanların CO_2 miktarları üzerindeki etkilerini çalışmışlardır. Bu çalışmada ormanlarda ve kentsel alanlarda havadaki karbondioksit miktarları ölçülerek mevsime ve gece veya gündüze bağlı olarak değerlendirilmiştir. Kastamonu şehir merkezi, Kuzeykent bölgesi ve Ilgaz Dağı Milli Parkı ormanlarında yaz ve kış aylarında gündüz ve gece CO2 seviyelerini ölçmek için "extech EA80 iç mekan hava kalitesi ölçüm cihazı" kullanılmıştır. Karbondioksit miktarının yaz aylarında güneş ışığına bağlı olarak azalmasına rağmen geceleri seviyesinin iki katına çıkabildiğini anlaşılmaktadır. Gündüz ve geceye ek olarak, yaz ve kış mevsimleri açısından karbondioksit miktarı arasında büyük fark tespit edilmiştir.

Saraçoğlu, N. (1998), Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki Fagus orientalis Lipski meşcerelerinde tek ağaç ve hektar başına düşen biyokütleyi tahmin etmiştir. Örnek alanlardan elde edilen örnek ağaçların her bir bileşenine ait yaş, kuru ağırlıkları belirlenmiş ve Logaritmik bir bağıntı olan eşitliklerin her bir bileşen için en küçük kareler yöntemine göre katsayı ve istatistikleri hesaplanarak Biyokütle modeli oluşturulmuştur.

Kahyaoğlu vd. (2020), Sinop Türkelinde bulunan Saf Doğu Kayını ormanlarında toprak üstü biyokütle miktarlarını belirlemiştir. Çalışma kapsamında seçilen her bir örnek ağaç için ağaç bileşenlerine (gövde, dal, kabuk, yaprak) biyokütle miktarları belirlenmiştir. Örnekler üzerinde yapılan incelemelerde tek ağaçta 90,1-902,9 ortalama olarak 314,4 kg biyokütle hesaplanmıştır.

Xia & Ceulemans (2004) Antwerpen Üniversitesi'nin (UA, Wilrijk, Belçika) Drie Eiken kampüsündeki 10 yaşındaki sarı çam (P. sylvestris L.) fidanlarının dal düzeyinde dal

ve ibre biyokütlesini, ayrıca gövde, dal, ibre, kalın kök, ince kök biyokütlesini ve ağaç düzeyinde toplam biyokütlesini tanımlayan allometrik denklemler geliştirmişlerdir. Biyokütlenin ortalama %33,9'u gövdeye, %25'i dallara, %22'si ibreye, %17,8'i kalın köklere ve %1,3'ü küçük köklerde yer aldığı sonucuna varmışlardır.

Güner & Tolunay (2015), Türkiye Eskişehir, Afyonkarahisar, Kastamonu, Çanakkale, Balıkesir ve Kütahya illerinde yer alan Karaçam ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarını ve değişimlerini ortaya koymuşlardır. Örnek alanlardan elde edilen örnek ağaçların ağaç bileşenlerinin biyokütle ve karbon analizi yapılmıştır. Tek ağaçta ağaç bileşenlerinin hacim denklemleri ve biyokütle denklemleri oluşturulmuştur.

Durkaya, B vd. (2022) Mersin Kozağacı Orman İşletme Şefliği içerisindeki saf kızılçam meşcerelerine ait toprak üstü ve toprak altı biyokütle denklemleri geliştirmiştir. Çalışmada ayrıca kızılçam için odun yoğunluk oranı ve ibre kuru ağırlık oranı belirlenmiştir. Her bir ağaç bileşeni için Biyokütle modelleri oluşturulduktan sonra karbon dönüştürme oranı (0,51) ile çarpılarak karbon depolama miktarları hesaplanmıştır.

Dutca vd. (2010), Romanya'nın doğu Karpatlarında yer alan orman dışı arazilere dikilen genç Norveç ladin meşcerelerinin ağaçlandırma çalışmalarının biyokütle havuzlarındaki karbon stoku değişikliklerinin miktarının belirlenmesini desteklemek amacıyla biyokütle dönüşüm ve genişleme faktörleri (BCEF'ler) geliştirmiştir.

Yolasığmaz vd. (2016), Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'ne (OBM) bağlı Artvin Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) sınırları içerisinde yer alan ormanlık alanlarda iki farklı yönteme göre karbon birikiminin tahmin edilmiştir. İlk yöntemde; Asan (1995; 1999) tarafından ortaya konulan formüller kullanılmıştır. İkinci yöntem olarak Asan 2010'un çalışmalarından elde edilen katsayılar kullanılmıştır.

Schelhaas M.J., Nabuurs G.J. (2001) Avrupa ormanlarının iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşcereleri ve diğer ağaçlık alanların tüm ağaç biyokütlesinin karbon stoklarını ve akışlarını ortaya koymuştur. Yapılan çalışmada temel veri kaynağı olarak EFISCEN'in Avrupa Orman Kaynak Veri tabanında toplanan ayrıntılı ulusal orman envanteri verileri kullanılmıştır. Tüm ağaç biyokütlesi için envanter bazlı karbon depolama miktarı hesaplanmıştır. Türkiye'nin toplam tüm ağaç karbon miktarını 246,2 (Tg C) olarak hesaplamıştır.

Mısır vd. (2018), Trabzon Orman İşletme Müdürlüğü Vakfıkebir, Tonya ve Düzköy Planlama birimlerinde "Orman Amenajman Uygulamalarının İklim Değişikliği Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesine Yönelik Ortak Bir Rehber Geliştirilmesi" projesi kapsamında meşcere yaşı en fazla 34 olan yapay kayın ormanlarında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak Kayın ağaç türü ağaç bileşenleri için karbon depolama miktarlarını belirten allometrik denklemler geliştirilmiştir. Ormanlık alanlardaki karbon havuzları incelendiğinde 5000 kg/ha ile 20000 kg/ha arasında değiştiği sonucuna varılmıştır.

Mbohou (2024), Türkiye'de Karaçam+Kızılçam karışık meşcerelerinin biyokütle ve karbon depolama kapasitelerini tahmin edebilmek için yapay sinir ağları ve regresyon analizi yönteminden yararlanmıştır. Yapılan çalışma sonucunda tek ağaç biyokütlesi ve karbon için sırasıyla karaçamda 162,56kg ve 80,72 kg, kızılçamda 195,63 kg ve 98,25 kg olarak belirlemiştir. Oluşturulan tahmin modellerinde MLP modeli daha iyi sonuç vermiştir. Bu çalışma ülkemiz karışık meşcereleri için yapılan biyokütle ve karbon modelleme açısından YSA' nın kullanıldığı ilk çalışmadır.

Bu çalışmalar, Türkiye ormanlarında farklı ağaç türlerine ait biyokütle ve karbon depolama modellerinin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesini ve bu bilgilerin ormancılık uygulamaları ve iklim değişikliği politikaları için kullanılmasını sağlamaktadır. Ancak yapılan çalışmalar incelendiğinde Türkiye 'de saf meşcerelerde bu tür çalışmalara fazlaca yer verilmesine rağmen karışık meşcerelerde biyokütle ve karbon depolama hakkında kapsamlı ve detaylı çalışma bulunmamaktadır.

Yapılan bu çalışma Türkiye ormanlarında Karaçam ve Kayın karışık meşcerelerinin biyokütle ve karbon depolama modellerini ortaya çıkaracak olup yukarıda sayılan eksiliğin giderilmesine ülke ormancılığı adına katkı sağlayacaktır.

1.2. Amaç ve Kapsam

Türkiye'nin yer aldığı iklimle ilgili uluslararası anlaşmalarda küresel ısınmanın önüne geçebilmek için taraf ülkelerin karbon emisyonlarını belirli oranda tutmayı taahhüt ettiği anlaşılmaktadır. Paris İklim Antlaşması uluslararası süreçler karbon depolama zorunlulukları ile birlikte depolanan karbonun ulusal katkı beyanlarında sunulması zorunluluk haline gelmiştir. Türkiye'nin orman varlığı önemli bir potansiyele sahip olup,

2023 verilerine göre 23 milyon hektardan fazla orman alanına ve 184' ten fazla ağaç türüne sahip olduğu bilinmektedir. Türkiye'deki bu orman ekosistemleri, toplamda yaklaşık 1,8 GtC depolamaktadır, bunun %60'ından fazlası canlı biyokütlede bulunmaktadır. Bu potansiyelin şu anda tahmin edilenden daha düşük olduğu düşünülmektedir, çünkü kullanılan mevcut yöntemler sınırlıdır (Mısır vd. 2007). Türkiye'deki mevcut karbon stokları hakkındaki bilgi özellikle birden fazla ağaç türünün birlikte yer aldığı karışık meşcerelerin oluşturduğu doğal ekosistemler için büyük ölçüde yetersiz olup henüz ulusal düzeyde ve geniş çapta çalışmalar yapılmamıştır. Bu ekosistemler, farklı yapısal ve iklimsel değişkenlerle karakterize edilir. Bu ekosistemlerin gerçek depolama kapasitelerinin uygun modeller kullanılarak değerlendirilmesi, Türkiye'nin gelecekteki uluslararası karbon piyasasında daha doğru tahminler yapabilmesine yardımcı olacaktır.

Özellikle iğne yapraklı ağaçlar sınıfında, Türkiye'nin orman kaynaklarının önemli bir bölümünü oluşturan Anadolu Kara Çamı (*Pinus nigra Arnold subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe*) (Çk) ve yapraklı ağaçlar sınıfından olan Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*) (Kn) Türkiye'deki ekonomik ve ekolojik önemi büyük orman türleridir. Karaçam ve Kayın türlerinin karışık meşcerelerinde biyokütle miktarı ve karbon depolamanın tahmin edilmesi, karbon stoklarının değişimini etkileyen çeşitli faktörleri dikkate alması gereken karmaşık ve çok yönlü bir yaklaşımdır. Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde TÜBİTAK Projesi 118O311 kapsamında birçok karışık meşcere de karbon depolama miktarları için çalımalar gerçekleştirilmiş olup proje kapsamında yürütülen bu doktora tezi Karaçam+Kayın karışık meşcereleri için sağlam, verimli ve pratik tahmin modelleri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda Karaçam+Kayın karışık meşcerelerinin orman ekosistemi, tek ağaç türleri, orman yapısı, gelişim evreleri, topografik ve toprak özellikleri, dendrometrik veriler, yaş sınıfları, iklim faktörleri, silvikültürel uygulamaları göz önüne alınarak biyokütle ve karbon tahmin modelleri oluşturması planlanmıştır. Bu modeller, kapsamlı arazi veri toplama ve analizleri ile test edilen bilimsel hipotezlere dayandırılmıştır.

Bu çalışmada ele alınan araştırma problemi kapsamında aşağıdaki hipotezler formüle edilmiş olup bu hipotezler sırasıyla Türkiye'deki doğal karışık Karaçam+Kayın meşcerelerinin özelliklerini mevcut durumunu anlamaya katkıda bulunabilecek ayırt edici özellikleri göstermektedir. Karaçam+Kayın doğal karışık meşcerelerinin her bir toprak üstü bileşeninin (ibre/yaprak, dal, kabuk, gövde odunu ve toplam ağaç) önemli miktarda organik karbon depoladığı anlaşılmaktadır. Türkiye'deki Karaçam+Kayın doğal karışık

meşcerelerinde biyokütle ve karbon depolamanın modellenmesi, göğüs çapı, boy ve meşcere parametreleri gibi öngörücüler kullanılarak, bu yapısal değişkenler ile bu ekosistemlerin bileşenlerinde depolanan biyokütle ve karbon miktarları arasında önemli matematiksel ilişkileri ortaya çıkmakta olup biyokütle ve karbon stoklarının miktarları toprak üstü bileşenleri arasında eşit olmayan bir şekilde dağılım göstermektedir.

Bu doktora tezinin amaçlarından bir diğeri ise, Türkiye göz önüne alındığında orman ekosistemlerinin iklim değişikliği ile mücadele kapasitelerine dair bilimsel bilgiyi artırmaya katkıda bulunmaktır. Bu durum, Türkiye genelinde Anadolu Karaçamı ile birlikte Doğu Kayını gibi doğal karışık meşcerelerin biyokütle ve karbon depolama kapasitelerini tahmin etmeye yardımcı olabilecek sağlam, güvenilir ve doğru matematiksel modeller geliştirmek ve önermek amaçlanmaktadır. Daha özel olarak, Türkiye'deki Anadolu Karaçamı ve Doğu Kayını doğal karışık meşcere alanları, çeşitlilik ve dayanıklılık açısından zengin ekosistemleri temsil edip biyoçeşitliliği destekler ve yerel iklimleri düzenlemektedir. Bu kapsamda birçok Karaçam ve Kayın doğal karışık meşcere alanlarında, her bir toprak üstü bileşenin (ibre/yaprak, kabuk, dal, gövde odunu ve toplam ağaç) biyokütle ve karbon stok miktarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Türkiye'deki karaçam ve kayın için doğal karışık meşcere alanlarındaki ağaçlar ve karışık doğal orman alanlarının biyokütle birikimi ve karbon depolama gözlemlenebilir değişkenliği ile yapısal değişkenler arasındaki matematiksel ilişkilerin varlığını ve türlerini göstermek için yapay sinir ağları ile modeller geliştirilecektir. Türkiye'deki karaçam ve kayın doğal karışık meşcere ekosistemlerinin toprak üstü bileşenlerindeki toplam biyokütle ve karbon depolama kapasitesini tahmin edilecektir. Türkiye'deki karaçam ve kayın ağaç türleri için ağaç çap kademelerine ayrılmış biyokütle miktarı ve karbon depolama için biyokütle ve karbon tabloları oluşturulacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye'deki Karaçam ve Kayın karışık meşcerlerin büyüme ekosistemlerindeki bireysel ağaçların biyokütle ve karbonunu tahmin etmek için güvenilir genelleştirilmiş veri veya modeller bulunmamaktadır. Karaçam+Kayın gibi karışık doğal meşcere alanların biyokütle ve karbon stok modellemesi hakkındaki literatür incelendiğinde çok az benzer çalışmanın yapılmış olduğu ve yapılan çalışmaların küçük ölçekte ve belirli yerlerde yapıldığı ortaya koyulmaktadır. Doktora tezi kapsamında yapılan bu çalışma Karaçam+Kayın karışık meşcereleri için ulusal düzeyde, gerçek karbon tutma ve depolama kapasiteleri hakkında büyük ölçekli yapılacak ilk çalışmadır.

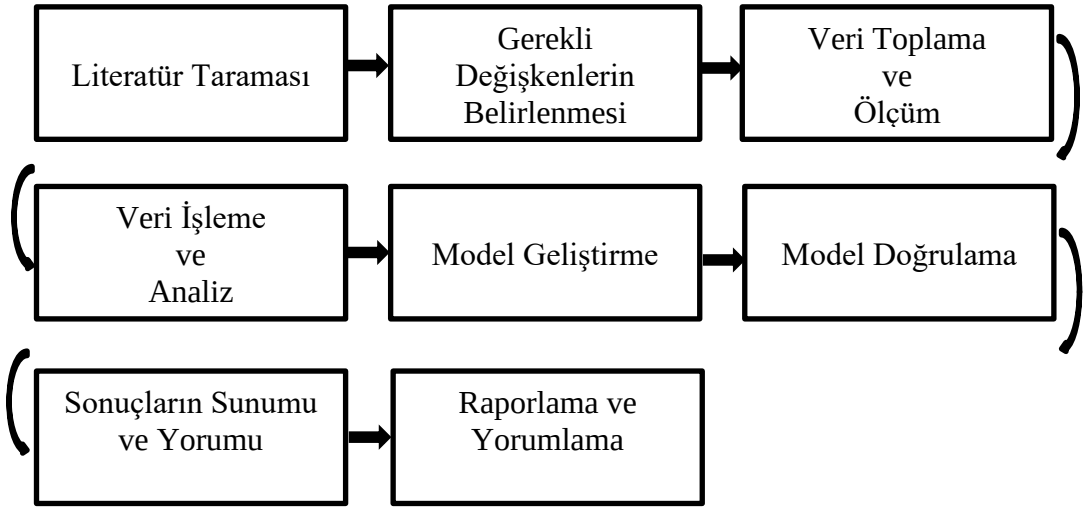
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Bu çalışmanın ana amacı ülkemizin en önemli ağaç türlerinden biri olan karaçamın kayın ile birlikte oluşturduğu karışık meşcerelerin biyokütle ve karbon depolama miktarlarının belirlenmesidir. Bu bağlamda, çalışma konusunu oluşturan karışık meşcerelerden arazi çalışmaları ile arazi çalışmaları sırasında toplanan örneklerden laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır.

2.1. Araştırma Metodolojisi

Türkiye'deki doğal türlerin dağılımı ve ekolojik tercihleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Acar vd., 2018). Bu biyokütle ve karbon depolama çalışması projesinde özellikle iki ağaç türü (Karaçam ve Kayın) doğal karışık meşcerelerindeki özel morfolojik, ekolojik ve coğrafi koşulları dikkate alınarak incelenmiştir. Bu türler hakkında birçok araştırma yapılmış ve bilgi birikimine önemli katkılar sağlanmıştır. Çalışmaların çoğu özellikle silvikültür (Karadağ, 2022; TOD, 2022; Ertaş & Çalışkan, 2022; Vacek vd., 2020), tohum (Egawa, C., & Tsuda, S., 2016; Güney vd., 2009), flora (Öztürk vd., 2002), dendroekoloji, köken, genetik çeşitlilik ve varyasyon (Gülcü & Üçler, 2008; Alptekin, 1986; Müller vd., 2019; Tavankar vd.,2021), sistematik (Yücesan, 2022), edafik özellikler ve karakteristikler (Sevgi vd., 2011), beslenme döngüsü (Ertaş & Çalışkan 2022; Abbasian vd, 2015), dendrokronoloji (Carus vd., 2011; Sevgi vd., 2011; Atıcı, 2006), görsel özellikler ve kompozisyon (Acar vd., 2018), dağılım ve ekolojik özellikler (Sarıkaya & Avcı, 2011; Atalay ve Efe, 2012; Kavgacı vd., 2013; Özbayram & Kulaç, 2019), verimlilik ve üretkenlik (Çerçioğlu & Bilir, 2018; Oğuzoğlu & Özkan, 2015; Binkley vd., 2004), ekolojik uygunluk (Acar vd., 2018; Kahyaoğlu vd., 2020), iklim koşulları (Hall, 2003; Köse, 2012; Deligöz vd., 2021; Şenel vd., 2023) gibi konuları kapsamaktadır. Bu çalışmada ise bu bilgilerin sadece bazı yönlerine değinilmiştir.

Mevcut literatür kaynaklarının kullanılmasının ardından, bu çalışma kapsamında izlenen ana çalışma yöntemleri Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Çalışma metodolojisi

IPCC metodolojisi (2003-2006) olarak belirtilen GPG-LULUCF' de tanımlanan yöntemin seçilmesinin ardından, karmaşık yöntem (Tier 3 Yaklaşımı) benimsenmiştir. Öncelikle, ilgili literatür taranarak benzer çalışmalardan tecrübe edinilmiş, mevcut veri kaynakları belirlenmiş ve arazide toplanacak veriler planlanarak, gerekli ekipmanlar hazırlanmıştır. Biyokütle ve karbon modellemesi için gereken değişkenler ağaç türü, gövde çapı, boy olarak belirlenmiştir. Arazide, belirlenen değişkenler ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bu adımda, dendrometri (ağaç ölçümü), biyometri (canlı organizmaların ölçümü), coğrafi ve edafik verilerin toplanması gibi işlemler yapılmıştır. Toplanan veriler yapay sinir ağları ile işlenmiş ve analiz edilmiştir. İstatistiksel yöntemler kullanarak veriler arasındaki ilişkileri belirlenmiştir. Elde edilen verilere dayanarak karaçam ve kayının karışık doğal orman alanları için biyokütle ve karbon modelleri geliştirilmiştir. Ağaç biyokütlesini ve karbon stoklarını tahmin eden modeller yapay sinir ağları yöntemiyle oluşturulmuştur. Türkiye karışık karaçam kayın meşcereleri için Biyokütle ve Karbon Tabloları Model sonuçlarını açıklayıcı grafikler, tablolar kullanarak sunulmuştur. Elde edilen bulguları yorumlayarak, orman biyokütlesi ve karbon stoklarının dağılımı hakkında alternatif anlayış sağlanmıştır. Çalışmanın sonuçlarını raporlanmış ve doktora tezi olarak sunulmuştur.

Bu çalışmada benimsenen arazi veri toplama yöntemi, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) tarafından IPCC (2002-2006) tarafından geliştirilen Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Orman İyi Uygulama Rehberi'nin (GPG-LULUCF) üçüncü yaklaşımıdır (Yavuz vd, 2010; Mısır vd, 2018; Sakıcı vd, 2016). GPG-LULUCF, ülkelerin şeffaf, belgelenmiş, zaman içinde tutarlı, eksiksiz, karşılaştırılabilir,

kaynakların etkin kullanımı, mümkün olduğunca aşırı veya az tahmin edilmemiş, kalite kontrolü ve güvencesine tabi, belirsizliklerin mümkün olduğunca azaltıldığı envanterler üretmesine yardımcı olan teknik-operasyonel bir çerçevedir. GPG-LULUCF, orman ekosistemlerinde 5 doğal biyokütle ve karbon depolama havuzunu ayırt edilmiş olup (IPCC, 2003) bu çalışma da yerüstü biyokütle toplam canlı ağaç bileşenlerine (gövde, dallar, yapraklar, kabuk) ait veriler kullanılmıştır.

2.2. Çalışma Alanının Tanıtımı

Türkiye, Avrupa-Sibirya, Akdeniz ve İran-Turan coğrafi bölgelerinin kesişim noktasında bulunan bir kıtalararası ülkedir. 26°-45° doğu meridyenleri, 36°- 42° kuzey paralellerinde bulunan Türkiye 'nin karasal alanı 783.562 km²'dir. Türkiye toplam orman alanı, 23 milyon 245 bin hektar olup, toplam karasal alanın yüzde 29,8' ini oluşturmaktadır. Bu orman alanının %57'si normal verimli ormanlar, %38'i bozulmuş ormanlar, %2'si verimli çalılık ormanlar ve %3'ü bozulmuş çalılık ormanlarıdır (OGM, 2023).

Türkiye ormanlık alanın %32’si kayın, gürgen, meşe, kızılağaç gibi ağaç türlerinin oluşturduğu yapraklı ormanlardan, % 48’i kızılçam, karaçam, göknar, ladin ve sarıçam gibi ağaç türlerinden oluşan iğne yapraklı (ibreli) ormanlardan, %20’si ise karışık meşcerelerden oluşmaktadır (Tablo 9) (OGM, 2023).

Tablo 9. Türkiye ormanlık alanlarının karışım şekillerine göre dağılımı

Türkiye Orman Alanları				
Karışım Durumu	**Normal Kapalı (ha)**	**Boşluklu Kapalı (ha)**	**Toplam (ha)**	**%**
Saf Orman	11.544.667,0	6.868.938,0	18.413.605,0	79
Karışık Meşcere	2.163.176,0	2.668.219,0	4.831.395,0	21
Toplam	13.707.843,0	9.537.157,0	23.245.000,0	100

Orman kuruluşu açısından tek türün hakim olduğu saf ormanlar yaklaşık 18,4 milyon ha’ını kaplarken hakim ağaç türlerinin yanında karışıma dahil olan tür, türlerden oluşan karışık meşcereler ise yaklaşık 4,8 milyon alan kaplamaktadır (Tablo 10) (OGM, 2023).

Tablo 10. Türkiye ormanlık alanlarının ağaç tür gruplarına dağılımı

Türkiye Orman Alanları				
Karışım Durumu	**Normal Kapalı (ha)**	**Boşluklu Kapalı (ha)**	**Toplam (ha)**	**%**
İbreli Orman	7.542.951,0	3.523.663,0	11.066.614,0	48
Yapraklı Orman	4.001.716,0	3.345.275,0	7.346.991,0	32
Karışık Meşcere	2.163.176,0	2.668.219,0	4.831.395,0	20
Toplam	13.707.843,0	9.537.157,0	23.245.000,0	100

Çalışmamın konusunu oluşturan asli ağaç türlerimizden Karaçam Türkiye ormanlarında en fazla yayılış alanına sahip 3. Ağaç türü olup, yaklaşık 4,1 milyon ha' lık alanda (Türkiye ormanlarının %18'i) yayılış göstermektedir. Kayın ağaç türü ise Türkiye ormanlarında en çok yayılış gösteren 4. Ağaç türü olarak yaklaşık 1,9 milyon ha' lık alanda (Türkiye ormanlarının %8'i) yayılış göstermektedir. Ülkemizin Doğu Karadeniz hariç hemen her bölgesinde görülen karaçamın beş alt türünden biri olan karaçamın yayılış alanları; Trakya, Karadeniz (Doğu Karadeniz hariç), Ege, Marmara, İç ve Doğu Anadolu'da bulunmaktadır. 400 ile 2100 m yükseltiler arasında kendisine yaşam alanı bulan karaçam coğrafi olarak en geniş yayılışa sahip çam türüdür. Kayın türü ise genellikle kuzey bölgelerimizde doğal yayılış göstermekle beraber İstanbul'un Kuzey bakılarından başlayarak Kocaeli ve kuzey kenar dağları boyunca uzanır. Egede ve Marmara'nın güneyinde var olmakla birlikte güneyde Maraş, Hatay ve Seyhan'da lokal olarak yayılışı bulunmaktadır.

Bu çalışma Ülkemiz orman alanının %26' sını kaplayan Karaçam ve Kayın ağaç türlerinin oluşturduğu ve yaklaşık 80.000 ha alanı kaplayan doğal karışık karaçam+kayın meşcereleri kullanılmıştır (Tablo 11) (OGM, 2023).

Tablo 11. Karaçam ve Kayın orman alanları

Türkiye Karaçam ve Kayın Orman Alanları			
Ağaç Türü	**Normal Kapalı (ha)**	**Boşluklu Kapalı (ha)**	**Toplam (ha)**
Karaçam	2.817.266,0	1.260.350,0	4.077.616,0
Kayın	1.634.341,0	269.895,0	1.904.236,0
Karaçam + Kayın (Karışık Meşcereleri)	78.044,1	1.627,4	79.671,5

2.3. Arazi Çalışmaları

Türkiye ormanlarının %26'sını oluşturan Karaçam Kayın ağaç türlerinin birlikte oluşturdukları karışık meşcerelerin toplam alanı 79.671,5 ha'dır. Araştırmanın arazi çalışmaları kapsamında alınan örnek alanlar Karaçam+Kayın karışık meşcerelerin bulunduğu ve Tablo 12'de verilen Orman Bölge Müdürlüklerinden seçilmiştir.

Tablo 12. Karaçam+Kayın karışık meşcerelerin dağılımı

Bölge Müdürlüğü	İşletme Müdürlüğü	Şeflik	Karaçam+Kayın Orman Alanlar İşl. Müd.(ha)
Amasya	Vezirköprü	Karaçam	707,40
Bolu	Mengen	Coşur	995,08
Kastamonu	Karadere	Akkaya	922,09
		Handüzü	
		Yaka	
		Çaltepe	
		Karadere	
	Kastamonu	Bostan	192,40
Kahramanmaraş	Andırın	Akifiye	606,67
Kütahya	Simav	Kınık	3455,30
		Musalar	
Balıkesir	Alaçam	Değirmeneğrek	1.613,56
		Alaçam	
		Güğü	
	Dursunbey	Çamlık	714,34

Tablo 12' de de görüldüğü üzere çalışma, 6 Orman Bölge Müdürlüğü (OBM)'nde 8 Orman İşletme Müdürlüğü'nde (OİM) bulunan Karaçam'ın hâkim olduğu karaçam+kayın doğal karışık meşcerelerine odaklanmıştır.

Örnek alanların seçimi amacıyla karaçam+kayın karışık meşcereleri yetişme ortamı açısından iyi (I,II Bonitet), orta (III. Bonitet) ve kötü (IV,V Bonitet) olmak üzere 3 gruba, kapalılık bakımından 3 (1 kapalı (%11-40), 2 kapalı (%41-70), 3 kapalı (%71-100)) gruba ve yaş sınıfları bakımından da 6 gruba ayrılmıştır. (Tablo 13). Bonitet sınıflandırmasında meşcerelerin amenajman planlarında belirlenmiş olan bonitet dereceleri esas alınmıştır.

Tablo 13. Karaçam+Kayın meşcerelerinin alansal dağılım tablosu

İYİ BONİTET																								
Meşcere Yapısı	Orman Bölge Müdürlükleri	KAPALILIK																						
		% 11-40							% 41-70							% 71-100							
		Yaş Sınıfları						Toplam	Yaş Sınıfları						Toplam	Yaş Sınıfları						Toplam
		I	II	III	IV	V	V+		I	II	III	IV	V	V+		I	II	III	IV	V	V+		
Çk+Kn	AMASYA							0,0					7,3	5,7	13,0		31,8			61,1	120,1	213,0		
	BALIKESİR				0,6	1,1	1,1	2,8			7,3	39,9	110,2	325,4	482,9	28,2	156,6	132,7	107,5	334,7	221,2	980,9		
	BOLU							0,0					54,0		54,0		840,2	562,9	43,0	65,8	111,1	1623,0		
	KAHRAMANMARAŞ							0,0							0,0		1,3		240,4	41,0	4,3	287,1		
	KASTAMONU	4,1		2,7				6,8			6,1		81,5	17,8	105,4	12,7	34,1	262,0	182,6	132,5	27,2	651,0		
	KÜTAHYA					1,6	130,4	132,0					25,9	41,0	66,9		5,0	15,1		281,2	68,9	370,2		
Toplam		4,1	0,0	2,7	0,6	2,7	131,5	141,6	0,0	0,0	13,3	39,9	278,9	389,9	722,1	40,9	1069,0	972,6	573,5	916,3	552,8	4125,2		

ORTA BONİTET																								
Meşcere Yapısı	Orman Bölge Müdürlükleri	KAPALILIK																						
		% 11-40							% 41-70							% 71-100							
		Yaş Sınıfları						Toplam	Yaş Sınıfları						Toplam	Yaş Sınıfları						Toplam	
		I	II	III	IV	V	V+		I	II	III	IV	V	V+		I	II	III	IV	V	V+		
Çk+Kn	AMASYA							0,0				56,2		34,4	90,6		145,7	107,4	130,4	89,8	111,4	584,7		
	BALIKESİR			2,4	0,7	1,7	1,3	6,0			4,5	25,0	78,0	205,1	312,6	51,6	261,8	296,3	185,0	162,6	369,0	1326,3		
	BOLU							0,0					4,9		4,9	11,1	135,8	201,3		183,9	124,4	656,4		
	KAHRAMANMARAŞ							0,0					16,9	62,0	78,9			362,9	107,4	180,8		651,0		
	KASTAMONU	13,6	12,9	34,1				60,6		10,5	59,2	72,6	75,3	67,9	285,6	93,1	151,4	652,3	386,4	128,6	65,6	1477,4		
	KÜTAHYA					6,6	949,2	955,8				25,4	61,6	248,9	335,9	56,8	138,3	12,1		312,4	290,2	809,8		
Toplam		13,6	12,9	36,4	0,7	8,3	950,5	1022,4	0,0	10,5	63,7	179,2	236,7	618,3	1108,4	212,5	833,0	1632,3	809,1	1058,0	960,5	5505,6		

KÖTÜ BONİTET																								
Meşcere Yapısı	Orman Bölge Müdürlükleri	KAPALILIK																						
		% 11-40							% 41-70							% 71-100							
		Yaş Sınıfları						Toplam	Yaş Sınıfları						Toplam	Yaş Sınıfları						Toplam	
		I	II	III	IV	V	V+		I	II	III	IV	V	V+		I	II	III	IV	V	V+		
Çk+Kn	AMASYA						7,3	7,3				17,4		19,1	36,5	328,5	341,7	66,8	83,0	153,5	25,7	999,2		
	BALIKESİR							0,0				17,4	23,4	72,0	112,7	84,3	89,2	174,4	55,0	98,5	56,0	557,4		
	BOLU							0,0							0,0			57,9		5,9	17,8	81,5		
	KAHRAMANMARAŞ							0,0							0,0			31,0			2,8	33,8		
	KASTAMONU		22,1	1,7				23,8	55,9	24,2	2,5	100,8	23,5	38,0	244,8	55,9	160,2	177,2	214,0	39,8	58,8	705,8		
	KÜTAHYA					8,5	162,9	171,4			2,1	24,8	57,9	330,0	414,8	17,8	212,2	22,6		192,4	665,7	1110,7		
Toplam		0,0	22,1	1,7	0,0	8,5	170,2	202,5	55,9	24,2	4,6	160,4	104,7	459,1	808,9	486,5	803,2	529,9	351,9	490,0	826,8	3488,4		

Örnek alanların dağılımında Tablo 13 baz alınarak Karaçam hakimiyetindeki Karaçam+Kayın karışık meşcerelerinden, her yaş sınıfı, bonitet ve kapalılıktan olmasına özen gösterilmek üzere toplamda 70 örnek alan alınmıştır.

Seçilen meşcerelere ulaşım, araçla seyahat, yürüyüş, GPS takibi ve özellikle çeşitli orman işletmesi personelinin arazi tecrübesi ile mümkün olmuştur. Meşcerelerin mevcut ve görünen durumunun yanı sıra çevresinin (meşcere türü, doğal veya dikili türler, bozulma seviyesi, bakım, gelişim aşaması, örtü, büyüme ortamı, yoğunluk ve dendrometrik parametreler) doğrudan ve dikkatlice gözlemlenmesi ve yerinde değerlendirilmesi pratik kararların alınmasına yardımcı olmuştur. Belirlenen koşulları sağlayan meşcerelere ulaşıldığında örnekleme alanlarının yeri ilgili meşcereyi temsil edecek şekilde belirlenmiştir.

Meşcerelerdeki her bir örnek alanlar, Türkiye orman envanterlerinde birim alanlara ilişkin Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esasları' nın (ETFOP Tebliğ No 299, 2017) 5.4.1. Bölümü'ne uygun olarak, aynı yaşlı meşcerelerde; %11–40 (1) kapalı meşcerelerde 800 m^2, %41–70 (2) kapalı meşcerelerde 600 m^2, %71–100 (3) kapalı meşcerelerde 400 m^2 olarak belirlenmiştir. Gelişim çağındaki genç meşcerelerde "ab" örnek alan büyüklüğü 100–400 m^2 olarak seçilmiştir.

- Örnek alanlarda yapılan ölçümler

Yerleri ve büyüklükleri belirlenen örnek alanlarda aşağıdaki ölçümler ve tespitler yapılmıştır:

- Örnek alandaki her ağacın türü,
- Örnek alandaki her ağacın çapı ($d_{1.30}$),
- Örnek alandaki her ağacın boyu,
- Meşcere üst boyu hektarda 100 ağaç hesabına göre örnek alana düşen en uzun boylu ağaçların boyları ortalaması,
- Yaş,
- Kabuk ölçümleri.

Her bir örnek alanda yukarıda sıralanan ölçümler yapıldıktan sonra canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli ve sağlıklı olmak koşulu ile 1 adet karaçam ve 1 adet kayın olmak üzere

meşcereyi temsil eden 2 adet ağaç, örnek ağaç olarak seçilmiş ve toprak seviyesinden kesilmiştir.

Sonuç olarak arazi çalışmaları kapsamında değişik çağ sınıflarından (a, ab, b, bc, c, cd, d) 70 adet örnek alanda ölçümler (çap, boy) yapılmıştır.

- Örnek ağaçlarda yapılan ölçümler

Örnek alanlarda kesilen her bir ağaçta;

- Gövde üzerinde 0,30 m'den başlamak üzer 1.30 m, 3.30 m, …, 2'şer metrelik seksiyonlarda çift yönlü çapları,
- Tüm dalların dip çapları ve boyları ölçülmüştür.

Bu işlemlerden sonra her bir ağaçta gövdenin ortasına denk gelen yerden 5-7 cm kalınlığında karbon analizinde kullanılmak üzere gövde kesitleri alınmıştır.

Tüm bu örnek alanlarda, karaçam ve kayın ağaç türlerinden toplam 132 adet örnek ağaç seçilmiş olup örnek ağaçlarda çap ölçümü, boy ölçümü, yaş ölçümü gibi dendrometrik ölçümleri yapılmıştır (Tablo 14). Sonuç olarak, 63 adet karaçam ve 69 adet kayın olmak üzere toplam 132 örnek ağaçta seksiyon ve enine kesit ölçümleri yapılmış, bu veriler kullanılarak ağaç biyokütlesi belirlenmiş ve biyokütle ile karbon depolama modelleri oluşturulmuştur.

Tablo 14. Örnek alanlardaki ağaçlar üzerinde ölçümü yapılan bazı özelliklere ilişkin istatistiksel değerler

	Örnek sayısı	**Minimum**	**Maksimum**	**Aritmetik ortalama**	**Standart sapma**
Göğüs çapı (cm)	132	2,4	67,0	26,8	15,9
Boy (m)	132	2,6	35,1	18,7	7,3
Hacim (m^3)	132	0,0013	5,1	0,9	1,2
Yaş	132	12	160	77	38,9

Bu şekilde elde edilen 132 örnek ağacın (63 Karaçam, 69 Kayın) çap ve boy basamaklarına dağılımı Tablo 15' te gösterilmiştir.

Tablo 15. Karaçam+Kayın Ağaç türlerinden alınan 132 adet örnek ağacın çap ve boy basamaklarına dağılımı

Çap Basamakları (cm)	Boy Basamakları (m)																	Toplam
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	
2	2																	2
6		2	2	3		1												8
10				6	2													8
14					4	6	5	3										18
18					1	5	7	4		1	1							19
22						4	5	5	6									20
26							2	1	4	2								9
30									1	3		2	1					7
34									1	1	4							6
38											1	1	1					3
42											3		2					5
46											1	1	4	1	1		1	9
50													1	3				4
54												1		1	4			6
58												1		1	1	2		5
62																1		1
66														1		1		2
Toplam	2	2	2	9	7	16	19	13	12	7	10	6	9	7	6	4	1	132

2.4. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmalarında toplanan tüm örnekler KTÜ Orman Fakültesi Orman Hasılatı Laboratuvarına getirilmiştir.

Laboratuvar getirilen örnekler önce hava kursu halinde getirilmiştir. Hava kurusu haline gelen örneklerde kontrol, temizleme, ayırma, tartım, fırında kurutma, yeniden tartma (kuru kütle), kırma, öğütme ve analiz gibi bir dizi titiz ve hassas faaliyetler gerçekleştirilmiştir (Mısır vd., 2018; Yavuz vd., 2010).

Numuneler, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'nin hasılat laboratuvarında hava alacak şekilde yerleştirilmiş ve üzerinde bulunan bilgiler doğrulandıktan sonra, numuneler açık havaya maruz bırakılarak ilk kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Bu çalışma, örneklerin nem düzeyini azaltmak ve çürümesini önlemek amacıyla yapılmıştır. Karbon analizi için alınan gövde kesitlerinde çap ve kalınlık ölçümleri yapılmıştır. Tüm numuneler hava kurusu haline geldikten sonra fırın kurusu haline getirilmeden önce ve sonra 0,01 g hassasiyette ölçümle tartılmıştır. Tüm numuneler doğal

konveksiyonlu, ayarlanabilir egzoz havası kapaklı ve zamanlayıcı fonksiyonlu kontrolör özelliği bulunan BINDER ED 23 kurutma fırınında farklı sıcaklıklarda kurutulmuştur. Gövde odunu, kabuk ve dal örnekleri 65±3ºC'de ağırlığı sabit kalıncaya kadar 96 saat süre ile ibre/yapraklar 65±3ºC'de ağırlığı sabit kalıncaya kadar 48 saat süreyle kurutulmuştur (Mısır vd., 2018; Yavuz vd., 2010; Mısır vd., 2023).

Kurutma tamamlandıktan sonra fırın kurusu haline gelen ve ağırlığı sabit kalan gövde odununun önce gövdenin üzerinde bulunan kabuklu kısmıyla birlikte kabuklu fırın kurusu ağırlığı ölçülmüştür. Daha sonra gövde üzerinde bulunan kabuk kısmı soyularak kabuksuz fırın kurusu ve kabuk ağırlığı bulunmuştur. Her bir karbon enine kesitin fırından çıktıktan sonraki fırın kurusu ağırlığı fırınlanmadan önceki yaş ağırlığına oranlanıp nemli ve kuru kesit arasındaki nem oranı belirlenmiştir. Her bir enine kesitin nem oranı ile ait olduğu seksiyonun yaş ağırlığı ilişkiye getirilerek seksiyonun fırın kurusu ağırlığı bulunmuştur. Her bir seksiyonun fırın kurusu ağırlığı toplanarak ağacın gövde biyokütlesi olan fırın kurusu ağırlığı hesaplanmıştır.

Kabuk biyokütlesinin belirlenmesi için gövde biyokütlesi için kullanılan gövde odunlarından yararlanılmıştır. Her bir seksiyonun fırın kurusu ağırlığı gövde biyokütlesi bölümünde yapılan açıklamalar ile belirlenmiş olduğundan, yine aynı bölümde her bir enine kesitin kabuklu fırın kurusu ağırlığı ölçülüp, daha sonra kabuğu soyularak kabuksuz fırın kurusu ağırlığı tartıldığı için fırın kurusu kabuk ağırlığı bulunmuştur. Her bir enine kesitin fırın kurusu ağırlığı, ait olduğu gövde seksiyonunun fırın kurusu ağırlığı ile ilişkiye getirilerek seksiyonun kabuğunun fırın kurusu ağırlığı bulunmuştur. Her bir seksiyonun kabuk fırın kurusu ağırlıkları toplanarak ağacın kabuk fırın kurusu ağırlığı bulunmuş olur ki bu da kabuk biyokütlesidir.

Örnek dallara ait hacimlerin ve örnek dalların fırın kurusu ağırlıklarının ortalaması alınmıştır. Ağacın toplam dal hacmi, örnek dalların ortalama hacmine oranlanmıştır. Bulunan bu oran ile örnek dalların ortalama yaş ağırlığı çarpılarak örnek ağacın dal yaş ağırlığı, ortalama fırın kurusu ağırlığı ile çarpılarak örnek ağacın dal kuru ağırlığı elde edilmiş olur ki bu da dal biyokütlesidir.

İbre/yaprak biyokütlesinin belirlenmesi için arazide alınan her bir örnek ağacın toplam dal ağırlığından yararlanılmıştır. Ağacın dallanmasını temsil edecek şekilde seçilen örnek daldaki ibre ağırlığı belirlenmiş, ortalaması alınmış tüm ağacın dal ağırlığıyla ilişkilendirilmiştir. Bulunan bu oran ile örnek dallardan toplanan ibrelerin ortalama yaş

ağırlığı çarpılarak örnek ağacın ibre yaş ağırlığı, ortalama fırın kurusu ağırlığı çarpılarak örnek ağacın ibre fırın kurusu ağırlığı yani ibre biyokütlesi elde edilmiştir.

Her bir örnek ağacın gövde, dal, kabuk ve ibre/yaprak biyokütleleri toplanarak ağaç biyokütlesi hesaplanmıştır.

Biyokütle işlemleri tamamlandıktan sonra gövde odunu, kabuk, dal ve ibre/yaprak örnekleri parçalanıp öğütülerek karbon analizi amacıyla toz haline getirilmiştir. Örneklerin karbon içerikleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Hasılat Laboratuvarında bulunan COSTECH marka CHNS Elementel analiz cihazı ile belirlenmiştir.

Tüm karbon analizleri 3 tekrarlı olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen karbon miktarlarının ortalaması alınarak, her bir bileşenin içerdiği karbon miktarı örnek ağaç bazında belirlenmiştir. Bu bileşenler için elde edilen değerler toplanarak, ağacın toplam karbon miktarı hesaplanmıştır. Böylece, her örnek ağacın her bileşeninin karbon depolama miktarları belirlenmiş ve bu değerler, biyokütle modellerinde olduğu gibi, ağacın göğüs çapı ve boyu ile ilişkilendirilmiştir.

2.5. Meşcere Parametrelerinin Hesaplanması

Bu çalışma kapsamında Karaçam+Kayın meşcere tipinden 70 adet örnek alan alınmıştır. Karaçam+Kayın karışık meşcerelerinden alınan örnek alanları tanımlamak adına meşcere yaşı, meşcere orta çapı, meşcere ağaç sayısı gibi meşcere parametreleri hesaplanmıştır.

Eşityaşlı ve saf meşcerelerde, meşcere yaşının belirlenmesi için meşcereyi temsilen farklı çaplarda ve farklı boylarda 3-5 ağaçta yaş ölçümleri yapılmakta ve bunların aritmetik ortalaması alınarak meşcere yaşı hesaplanmaktadır (Fırat, 1973; Kalıpsız, 1984). Karışık eşit yaşlı meşcerelerde de aynı yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada örnek meşcere yaşı hesaplanırken örnek alanlarda yaş ölçümleri yapılan türlerin ortalaması alınarak. Meşcere orta yaşı hesaplanmıştır (Yavuz vd., 2010).

Tüm türler için ortalama yaş

$$t_1 = \frac{(t_{11} + t_{12} + t_{13} + \cdots + t_{1l})}{l}$$

Burada l*:* meşcerede karışıma giren tür sayısını

t: ağaç yaşını göstermektedir.

Meşcere orta çapı değişik biçimlerde hesaplanabilmesine karşın (Fırat 1973; Clutter vd., 1983; Kalıpsız, 1984; Philip,1994; Laar & Akça, 2007), büyüme modellerinde ve meşcere sıklığının saptanmasında genellikle karesel ortalama çap olarak da bilinen, meşcere göğüs yüzeyi orta ağacının çapı (d_q) kullanılmaktadır. Bu çalışmada da meşcere orta çapı hesaplanırken literatürde geçen karesel ortalama çap (Meşcere göğüs yüzeyi orta ağacının çapı) kullanılmıştır. Meşcere orta çapı olarak d_q değeri kullanılmış ve türlerin ortalaması olarak orta çap değeri hesaplanmıştır (Laar & Akça 2007; Philip 1994; Kalıpsız 1984; Clutter vd.,1983).

$$d_q = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + \cdots + d_n^2}{n}}$$

Burada dq : tür ayrımı yapmadan orta çap değerini,

d : ağaç çap değerini

n : çap ölçümü yapılan tüm ağaçların ağaç sayısını göstermektedir.

Meşcere ağaç sayısı hesaplanırken aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$N = \frac{10000}{\text{DAB}} n$$

Burada DAB : Deneme alanı büyüklüğünü,

n : Örnek alandaki ağaç sayısını

N : Hektardaki ağaç sayısını göstermektedir.

Meşcere göğüs yüzeyi hesaplanırken türlere göre ve tüm türler için hesaplanmasında aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır.

$$G = \frac{10000}{\text{ÖAB}} g$$

Burada ÖAB : örnek alan büyüklüğünü,

g : ağaç türleri için örnek alandaki göğüs yüzeyini,

G : tür ayırımı yapmadan hektardaki göğüs yüzeyini göstermektedir.

Meşcere hacmi hesaplanırken meşcelerde bulunan karaçam ve kayın ağaç türlerinin tek ağaç hacmi hesaplanıp daha sonra hektara çevrilmiştir. Tek ağaç hacimleri hesaplanırken karaçam ve kayına ait aşağıda verilen hacim modellerinden ve kayın türüne ait ince çaplı ağaçlar için hazırlanan hacim tablolarından yararlanılmıştır.

$V_{çk} = 0.046642 - 0.013051 \times d + 0.00108 \times d^2$ (Mısır vd., 2023)

$V_{kn} = 0.168543 + 0.00002408 \times d^3 - 1.14384/d$(Mısır vd., 2023)

Burada V : hacim,

d : göğüs yüzeyi çapını göstermektedir.

2.6. Yapay Sinir Ağları

Yapay Sinir Ağları (YSA), biyolojik sinir ağlarının işleyiş prensiplerinden esinlenen ve büyük miktarda veri içeren karmaşık problemleri çözmek için kullanılan bir makine öğrenmesi tekniğidir (Bishop, 1995). YSA, yapay sinir hücrelerinden oluşan bir ağ yapısıyla tanımlanır; bu hücreler, gelen verileri işler ve bir sonraki katmana iletir. Bağlantılar arasındaki ağırlıklar, sinir ağının öğrenme yeteneğini sağlar (Rumelhart vd., 1986). YSA, öğrenme süreci sırasında verilere dayalı deneme-yanılma yoluyla bilgiyi öğrenir ve modelini geliştirir (Goodfellow vd., 2016). Yapay sinir ağları, sınıflandırma, regresyon, desen tanıma, tahmin ve kontrol gibi çeşitli problemleri çözmek için kullanılabilir (Aggarwal, 2018).

İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında bir sinir hekimi olan Warren McCulloch ve bir matematikçi olan Walter Pitts tarafından Sinir Aktivitesinde Düşüncelere Ait Bir Mantıksal Hesap (A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity) başlıklı makale ile ortaya çıkarılmıştır. Sinir sistemi elemanlarının, Yapay Sinir Ağı modelindeki terminolojisi aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (Tablo 16).

Tablo 16. Yapay sinir ağı terminolojisi

Sinir Sistemi	Yapay Sinir Ağı
Nöron	İşlem Elemanı
Dentrit	Toplama Fonksiyonu
Hücre Gövdesi	Aktivasyon Fonksiyonu
Akson	Eleman Çıkışı
Sinaps	Ağırlıklar

YSA çevre ve doğa ile ilgili bilimlerdeki lineer olmayan ilişkilerin modellenmesinde daha üstün olması sebebiyle model parametrelerindeki değişimlerin sistem üzerindeki etkisinin tek tek hesaplandığı yayılı modellemelerin yerini almaya başlamıştır (ASCE, 2000a; 2000b). Girdi verilerinin çok fazla olduğu yayılı modeller kadar parametreye ihtiyacı bulunmaması ve bu sayede kalibrasyon sürecinde kolaylık sağlaması, yapay sinir ağlarını metodunun sahip olduğu avantajlardan birini oluşturmaktadır. Ayrıca yapay sinir ağı modeline girilen verilerin mutlaka normal dağılıma uyması ve saçılma diyagramında belirli bir trendi izlemesi gibi bir şartı ya da kabulü bulunmamaktadır (Şen, 2004).

Matematiksel istatistik kavramına göre model; parametrik model, parametrik olmayan model ve yarı parametrik model olarak ayrılır. Parametrik bir model temel olarak cebirsel denklem, diferansiyel denklem ve transfer fonksiyonu şeklindedir (Xu, W. & Qiao, Y., 2015). Modellemenin hızlı bir şekilde yapılabilmesi ve az miktarda veri gerektirmesi nedeniyle ormancılıkta yaygın olarak kullanılmaktadır.

Regresyon analizi, ormancılık alanında bireysel ağaç büyüme modellerinin modellenmesinde en yaygın kullanılan yöntemdir (Siavash, K. vd. 2019; Liu, Q. vd. 2014; Ma, W. vd., 2015) ancak geleneksel regresyon yöntemi genellikle veri bağımsızlığı, normal dağılım ve eşit varyans gibi belirli istatistiksel varsayımlara dayanır. Orman büyüme verilerinin sürekli gözlem ve hiyerarşi özelliği taşıması genel olarak varsayımların karşılanmasını zorlaştırmaktadır. Sonuç olarak geleneksel regresyon modellerinin daha yüksek tahmin doğruluğuna ulaşması zordur; bu nedenle yeni modelleme yöntemlerinin denenmesi gerekmektedir (Lei, 2019; Diamantopoulou, 2005, 2010). Veri işleme teknolojisinin gelişmesiyle birlikte yapay zeka, bu tür sorunların üstesinden gelmek için daha gelişmiş teknik fikirlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

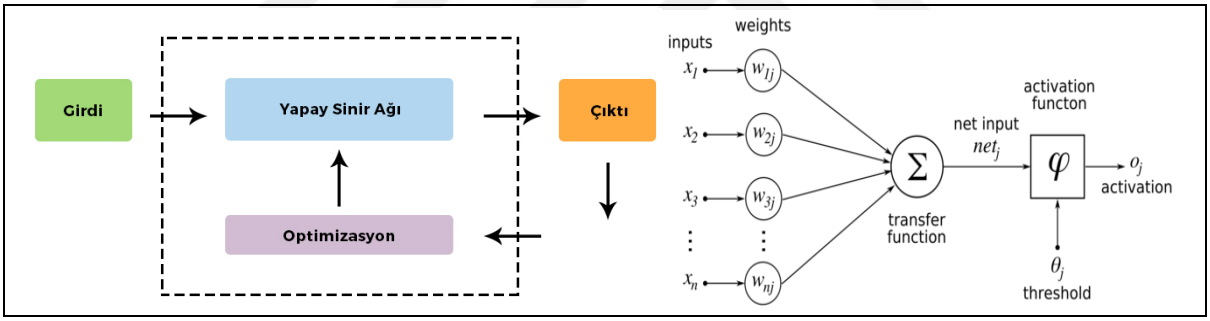
Doğaya yakın orman yönetimi, orman ekosistemlerinin istikrarını geliştirmek için uygulanabilir bir teori ve teknolojidir (Wang vd. 2022). Çözülmesi gereken önemli sorunlardan biri, hasat hacmi, biyokütle ve depolanan karbon miktarı gibi yönetim operasyonlarının sonuçlarının tahmin edilmesidir.

Yapay Sinir Ağı (YSA) temelde insan beyninden esinlenilen bir bilgisayar sistemi olup yapay beyinler oluşturabilmek adına birbirine bağlanmış yapay nöronlar üzerine kurulmuştur. Verilen bir bilgiyi, veriyi insanoğlu gibi çözümlemek ve işlemek için tasarlanmıştır. Yapay Sinir Ağı, veri setinin artmasıyla elde edilen sonuçların daha iyi üretilebilmesi için kendi kendine öğrenme yeteneklerine sahiptir. YSA, biyolojik sinir ağları

taklit eden sentetik ağlardır. (Eğrioğlu vd., 2009). Yapay Sinir Ağı (YSA) dört temel bölümden oluşur:

- **Katmanlar:** Öğrenme sürecinin tamamı katmanlarda meydana gelir. Girdi Katmanı, Gizli Katmanlar ve Çıktı Katmanı olmak üzere 3 katman bulunmaktadır.
- **Özellik ve Etiket:** Ağa veri girişi (özellikler) ve ağdan çıkış (etiketler) olarak tanımlanır.
- **Hata Hesaplama Fonksiyonu (loss function):** Öğrenme aşamasının performansını tahmin etmek için kullanılan metrik birimlerdir.
- **Optimize Edici:** Ağdaki bilgileri güncelleyerek öğrenmeyi geliştiren kısımdan oluşmaktadır.

Oluşturulan yapay sinir ağı, sisteme dahil edilen girdi verilerini alır ve katmanlar topluluğuna iletir. Bir sinir ağının, kendi performansını bir Hata Hesaplama Fonksiyonu (loss function) ile değerlendirmesi gerekir. Hata Hesaplama Fonksiyonu, sinir ağına bilgiye hakim olmadan önce izlemesi gereken yol hakkında bir fikir verir. Ağın bir optimize edicinin yardımıyla bilgisini geliştirmesi gerekmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Yapay sinir ağları çalışma şeması

Her bir girdi kendisine karşılık gelen (w_j) ağırlık katsayısı ile çarpılarak gizli katmana iletilir ve burada bir f fonksiyonu oluşturulur (Özkan vd., 2008).

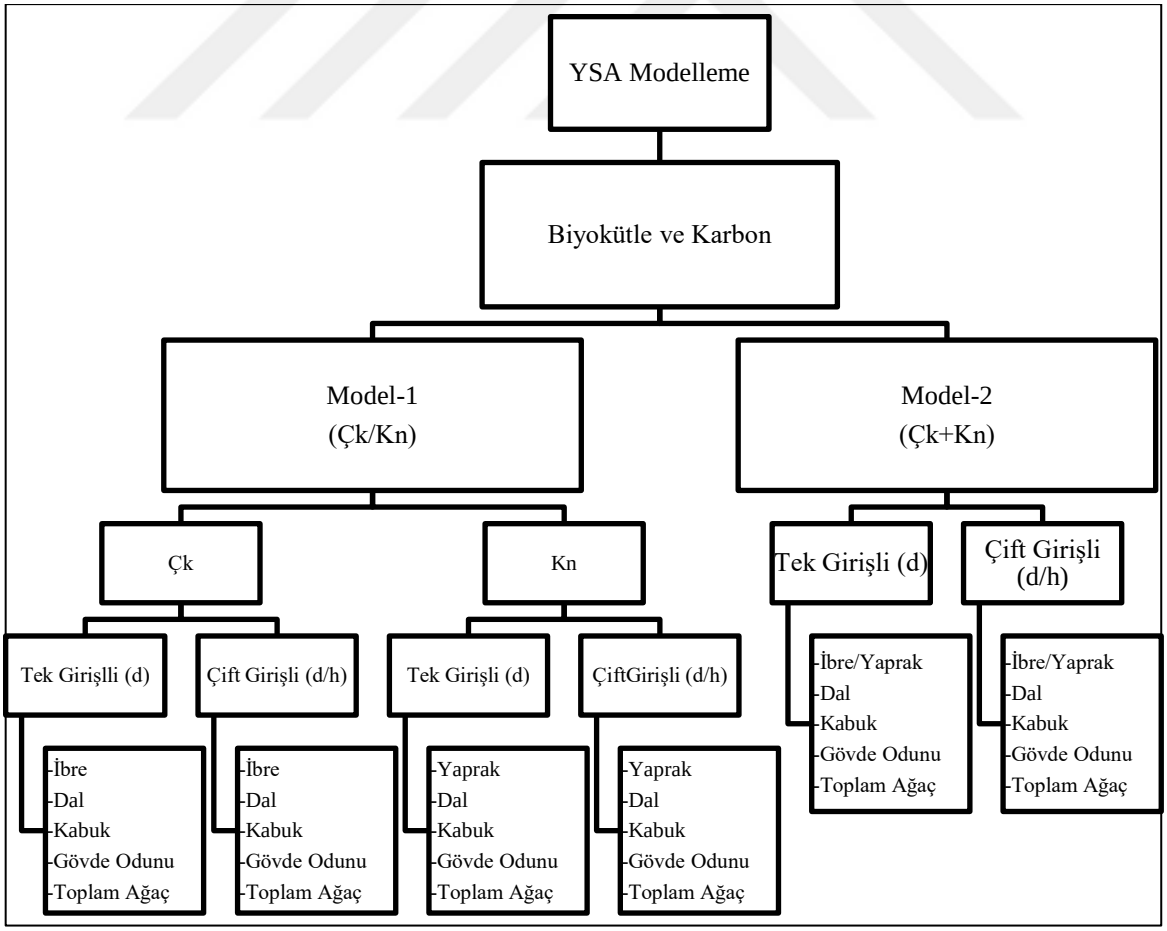
$$Y_i = f(\sum w_{ij} x_i)$$

Gizli katmana gelen veri toplamları çeşitli f fonksiyonlarından (Threshold, Hyperbolic tangent, Zero-based log-sigmoid, Log-sigmoid, Bipolar sigmoid vb.) geçerek çıktı üretilir. Başka bir anlatımla yapay sinir ağları test verilerini kullanarak ağırlıkları belirlemek yoluyla girdi değişkenleri ile tahmin edilen değişkenler arasındaki ilişkiden ağı eğiterek bir çıktı üretilir. Üretilen çıktı, amaçlanan çıktı ile karşılaştırılarak hata payı elde edilir. Geri yayınım

(backpropagation) olarak adlandırılan bir algoritma hata payını azaltacak şekilde ağırlıkları ayarlamak için kullanılır. Bu işlem defalarca tekrar edilerek ağ eğitilir (Sattari vd., 2007).

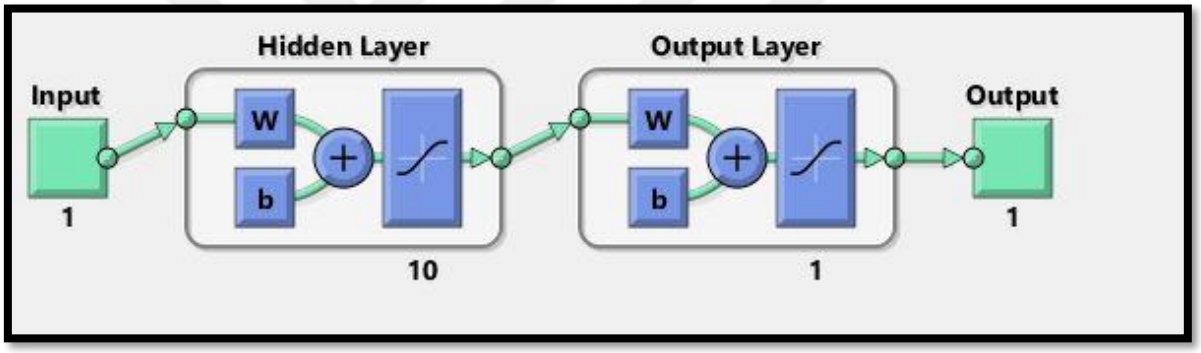
Bu çalışma kapsamında, gidilen araziler ve akabinde laboratuvar çalışmalarından 132 adet (63 Karaçam, 62 Kayın) örnek ağaç (toplam ağaç) ve ağaç bileşenlerine (ibre/yaprak, dal, kabuk, gövde odunu) ait biyokütle ve karbon değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen biyokütle ve karbon değerlerinin modellenmesi için yapay sinir ağları yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin amacı, örnek ağaçlardan elde edilen ölçümlerle, göğüs çapı ve boy gibi kolayca ölçülebilen bağımsız değişkenler kullanarak, tüm ağaç ve ağaç bileşenlerinin biyokütle ve karbon depolama miktarlarını tahmin etmektir. Biyokütle tabloları, yaş ve kuru biyokütle tabloları şeklinde hazırlanmakta olup yaş ağırlık mevsimsel olarak değişiklik gösterdiği için, kuru biyokütle tablolarının düzenlenmesi daha uygun bulunmuştur. Kuru ağırlığa dayalı biyokütle modelleri, ağacın her bir bileşeni (gövde, dal, ibre/yaprak ve kabuk) ve bu bileşenlerin toplamı (toplam ağaç) için geliştirilmiştir. Her bir örnek ağacın gövde, dal, kabuk, ibre/yaprak ve toplam biyokütlesi belirlendikten sonra, bu değerler ağaçların göğüs çapı ve boylarıyla ilişkilendirilmiştir. Bu amaçla, göğüs çapı ve boy gibi temel ölçümlerden elde edilen çeşitli değişkenler kullanılarak, MATLAP 2020a yapay sinir ağı paket programında YSA (NNTOOL) yöntemi uygulanmıştır. Yapay sini ağı olarak ileri beslemeli geri yayılımlı ağ, eğitim fonksiyonu olarak trainlm (Levenberg-Marquardt geri yayılımı), öğrenme fonksiyonu olarak learngdm ve gizli katmandaki nöron sayısı 10 olarak seçilmiştir. Yapay Sinir Ağları yöntemi sonucunda, bağımlı değişkenlerle (ibre/yaprak, dal, kabuk ve gövde odunu kuru ağırlıkları ve karbon depolama miktarları) en anlamlı bağımsız değişkenler (çap, boy) belirlenmiştir. Toplam ağaç, gövde, dal, ibre/yaprak ve kabuktan oluşan toprak üstü biyokütle ve karbon modelleri oluşturulurken 132 örnek ağaç verilerinden bağımsız değişken olarak, tek girişli modellerde çap ($d_{1.30}$) ve çift girişli modellerde çap($d_{1.30}$)+boy(h) değerleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada karışık Karaçam+Kayın meşcerelerinde yer alan Karaçam ve Kayın ağaç türleri, YSA modeline tür bazında ayrı ayrı (Çk/Kn) ve tür ayrımı yapılmadan (Çk+Kn) girdi olarak girilmiştir. Karışık Karaçam/Kayın meşcerelerinden alınan örnek alanlarda Karaçam ve Kayın ağaç türlerine ait bağımlı ve bağımsız değişkenler ayrı ayrı modele girdi ve çıktı olarak girilmiş ve oluşturulan bu modeller Model-1 olarak tanımlanmıştır. Aynı örnek alanlardan alınan Karaçam+Kayın örnek ağaçları tür ayrımı yapılmadan modellenmiş ve oluşturtulan bu modeller Model-2 olarak tanımlanmıştır. Model-1 ve Model-2'de iki dendrometrik parametre girdi olarak kullanılmıştır. Bunlar tek girişli olarak örnek ağaçlara ait çap ($d_{1.30}$) ve çift girişli olarak

örnek ağaçlara ait çap (d)+boy (h)'dur. Çıktı olarak ise modeli oluşturulmak istenilen ağaç bileşenine (ibre/yaprak, dal, kabuk, gövde odunu, toplam ağaç) ait biyokütle ve karbon değerleri kullanılmıştır. Model-1'de Karaçam ve Kayın ağaç türleri için ayrı ayrı tek girişli ve çift girişli olacak şekilde ibre/yaprak, dal, kabuk, gövde odunu ve toplam ağaçtan oluşan 20 adet biyokütle tahmininde, aynı parametrelere ait 20 adet karbon tahmininde kullanılmak üzere toplam 40 adet model oluşturulmuştur. Model-2'de Karaçam+Kayın tek bir ekosistem gibi kabul edilmiş olduğundan tür ayrımı yapılmamış, tek ve çift girişli modelleme için ibre/yaprak, dal, kabuk, gövde odunu ve toplam ağaçtan oluşan 10 adet biyokütle tahmininde, aynı parametrelere ait 10 adet karbon tahmininde kullanılmak üzere toplam 20 adet model oluşturulmuştur. Böylece 2 ağaç türünün ayrı ayrı ve birlikte modellendiği gövde, dal, kabuk, ibre/yaprak ve ağaç olmak üzere beş bileşen için Model-1 ve Modele-2 olarak toplamda 30 adet biyokütle ve 30 adet karbon depolama modeli YSA ile geliştirilmiştir (Şekil 5). Oluşturulan modellerde örnek ağaçların yaklaşık %80'i (107 örnek ağaç, 51 Karaçam, 56 Kayın) modelin kurulmasında yaklaşık %20'si (25 örnek ağaç, 12 Karaçam, 13 Kayın) oluşturulan modelin test edilmesinde kullanılmıştır.

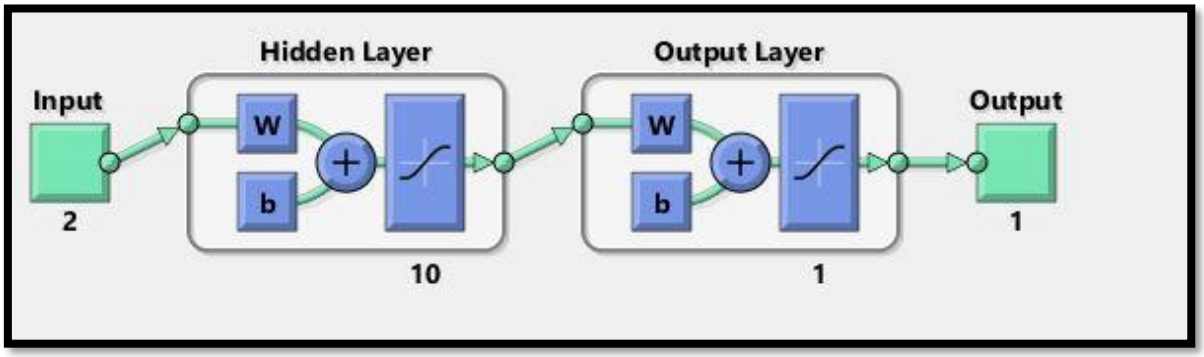


Şekil 5. YSA ile oluşturulan modellere ait şema

Modeller oluşturulurken 70 örnek alandan alınan toplamda 132 adet karaçam, kayın örnek ağaçlarının 107 tanesi (51 karaçam, 56 kayın) YSA modelini oluşturmak için kullanılmıştır. Geriye kalan 25 tanesi (12 karaçam, 13 kayın) ise oluşturulan modellerin dışardan test edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Model-1 'de Karaçam için 51 karaçam örnek ağaç verileri model oluşturulmak için kullanılmış yine bağımsız test verisi olarak 12 karaçam örnek ağaç verileri kullanılmıştır. Model-1'de Kayın için 56 kayın örnek ağaç verileri model oluşturulmak için kullanılmış yine bağımsız test verisi olarak 13 kayın örnek ağaç verileri kullanılmıştır. Model-2' de ise karaçam+kayın 107 örnek ağaç verileri model oluşturulmak için kullanılmış yine bağımsız test verisi olarak 25 adet karaçam+kayın örnek ağaç verileri kullanılmıştır İbre/yaprak, kabuk, dal, gövde ve toplam ağaç biyokütlesi ve karbonu için ayrı ayrı YSA modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller örnek olarak Şekil 6 ve Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 6. Tek girişli YSA modeli örneği



Şekil 7. Çift girişli YSA modeli örneği

Modeller kurulduktan sonra 107 örnek ağacın her bir bileşeni için ayrı ayrı biyokütle ve karbon değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler gerçek biyokütle ve karbon değerleri ile karşılaştırılmıştır. Oluşturulan YSA modeli kendi içerisinde girdi verilerinin

%15'ini test amaçlı ayırmış ve YSA kendi içerisinde model doğruluğunu test etmiştir. Ancak modelin doğruluğunu dışarıdan test etmek amacıyla modele çıktı verileri verilmeyen Karaçam Model-1'i test etmek için ayrılan 12 ve Kayın Model-1'i test etmek için ayrılan 13 adet örnek ağaç ile Karaçam+Kayın Model-2'yi test etmek amacıyla ayrılan 25 adet örnek ağaç verilerinin tek girişli modeller için çap, çift girişli modeller için çap/boy değerleri ile oluşturulan modeller test edilmiştir. YSA modelleri, bağımsız test verilerine ait her bir ağaç bileşenin ve toplam ağacın biyokütle ve karbon değerlerini oluşturmuştur. Ağaç bileşenlerine ait bağımsız veri setinden (test verileri) elde edilen biyokütle ve karbon değerleri, YSA modelleri tarafından çap ve çap/boy değerleri kullanılarak oluşturulan biyokütle ve karbon değerleri ile istatistiki olarak karşılaştırılmış ve elde edilen verilere bulgular kısmında yer verilmiştir. Test verilerine ait gerçek biyokütle ve karbon değerleri ile YSA modelinden sonuç olarak elde edilen biyokütle ve karbon değerleri arasında istatistiki bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Karışık Karaçam+Kayın meşcereleri için son kullanıcı tarafından biyokütle ve karbon depolama miktarlarının kolay ve anlaşılır şekilde hesaplaması için Biyokütle ve Karbon Depolama tabloları oluşturulmuştur. Karışık Karaçam+Kayın Meşcerelerinde Karaçam ve Kayın ağaç türleri için ayrı ayrı ve ikisinin tek bir ekosistem gibi değerlendirildiği Biyokütle ve Karbon Depolama tabloları çap basamaklarına dağıtılarak hesaplanmıştır. Çap basamakları 4'er cm aralıklarla 0'dan başlayıp 76cm'ye kadar devam etmektedir. Çap basamaklarını temsilen çap kademesi ortası seçilmiştir. Çap kademesi ortası 2 cm'den başlayıp 70 cm'ye kadar 4'er cm aralıklarla alınmıştır. Çap kademesi ortası YSA tarafından toplam ağaç ve ağaç bileşenlerine ait modellerde test edilmiş olup sonuç olarak elde edilen biyokütle ve karbon depolama miktarları çap kademesi ortasına denk gelecek şekilde tablolaştırılmış ve bulgular kısmında sunulmuştur.

Oluşturulan modellerden elde edilen sonuçların geçerliliğinin kontrolü, bağımsız bir veri grubuyla yapılmalıdır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen biyokütle ve karbon modelleri de bağımsız bir veri grubuyla test edilmiştir. Bu amaçla, toplam veri iki gruba ayrılmıştır. İlk grup, denklem geliştirme sürecinde kullanılırken, ikinci grup denklemin doğrulanması için kullanılmıştır. Vanclay (1994), bu tür veri ayırma işlemleri için çeşitli yöntemler bulunduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada, bu yöntemlerden biri olan rastgele örnekleme yöntemi tercih edilmiştir.

Model geliştirme amacıyla kullanılan veri, toplam verinin yaklaşık %80'ini oluştururken, geri kalan yaklaşık %20'lik kısım geliştirilen modelin doğruluğunu test etmek amacıyla kullanılmıştır. Biyokütle ve karbon depolama modellerinin doğrulanması, model geliştirme için kullanılan verinin dışında kalan ve toplam verinin %20'sini oluşturan veri grubu ile t-test (student, wilcoxon vs.) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen biyokütle ve karbon depolama modellerinin kontrolü için, karaçam türünden 12 adet, kayın türünden 13 adet toplamda 25 örnek ağaç verisi kullanılmıştır. Model geliştirme için ayrılan veri miktarı, modelin güvenilir bir şekilde geliştirilmesine olanak tanıyacak yeterlilikte olup, test grubundaki gözlem sayısı da modelin doğrulanması ve uygun istatistiksel analizlerin yapılması için yeterlidir. Bu çalışmada belirtilen bu şartlar sağlanmıştır. Geliştirilen modeller t-testi ile kontrol edilmiştir.

Ağaç ve ağaç bileşenleri için geliştirilen biyokütle ve karbon depolama modelleri kullanılarak, her örnek alandaki tüm ağaçların ölçülen göğüs çapı biyokütle ve karbon depolama modellerinde bağımsız değişken olarak kullanılmış, her örnek alandaki gövde, dal, kabuk, ibre/yaprak ve toplam ağaç biyokütlesi ile bu bileşenlerde depolanan karbon miktarı tahmin edilmiştir. Bu tahminler, örnek alanın büyüklüğü ile ilişkilendirilerek, hektar başına düşen gövde, dal, kabuk, ibre/yaprak ve toplam ağaç biyokütlesi ile bu kütlelerde depolanan karbon miktarları hesaplanmıştır. Bu sonuçlara dayanarak 70 örnek alanda ki 3168 adet ağacın tamamı Yapay Sinir Ağlarında ilgili modelle test edilmiş ve elde edilen veriler hem tek ağaç bazında hem de örnek alan bazında ilgili tablolarda sunulmuştur.

3. BULGULAR

Bu çalışma kapsamında Karaçam+Kayın doğal karışık meşcerelerinde bulunan Karaçam ve Kayın ağaç türleri için toprak üstü ağaç bileşenine ait tüm bileşenlerin biyokütle ve karbon depolama modelleri geliştirilmiştir. Geliştirilen model sonuçları Model-1 (Karaçam/Kayın) tüm bileşenler ve Model-2 (Karaçam+Kayın) tüm bileşenler olmak üzere sırasıyla ibre/yaprak, dal, kabuk, gövde odunu ve toplam ağaç olarak ilgili başlıklarda sunulmuştur. YSA ile oluşturulan biyokütle modellerine ait belirtme katsayıları (R^2) 0.763 ile 0.999 arasında, karbon modellerine ait belirtme katsayıları (R^2) 0.608 ile 0.998 arasında değişmektedir.

Bu çalışmada, karaçam ve kayın ağaç türlerine ait her bir biyokütle bileşeni ve bu bileşenlerin toplamından oluşan ağaç biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişkileri incelenmiştir. Bu modellerin koşturulmasından sonra ortaya çıkan sonuçlar Tablo 17-174'te sunulmuştur.

3.1. Biyokütle Modellerine İlişkin Bulgular

Örnek alanlardan alınan 132 örnek ağaca ait gövde odunu, dal, ibre/yaprak ve kabuk biyokütle verilerine ilişkin elde edilen istatistiki bulgular Tablo 17'de sunulmuştur. Çalışma kapsamına giren karaçam ve kayın ağaç türleri için biyokütle modelleri geliştirilmiştir. Her bir ağaç bileşeni için oluşturulan modellerin belirtme katsayılarının farklı olduğu görülmüştür.

Tablo 17. Ağaç bileşenleri biyokütle miktarlarına ait istatistiki bilgiler

Biyokütle (kg)	Minimum	Maksimum	Aritmetik ortalama	Standart sapma
İbre/Yaprak	0,2	194,4	16,1	27,3
Dal	0,5	290,7	54,4	59,0
Kabuk	0,1	224,0	37,1	47,8
Gövde Odunu	0,6	3.290,2	439,2	622,7
Ağaç	1,9	3.681,9	554,0	720,4

3.1.1. İbre/Yaprak Biyokütle Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Karaçam ağaç türü için ibre biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmına da toplam ibre biyokütlesi olarak modele girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağı modelinin sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 997 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %72,1 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonuç 3 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18. Toplam ibre biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle Model (kg)	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle Model (kg)
Çk	64,6	94,3	131,1	Çk	21,0	3,7	14,0
Çk	59,8	68,0	49,3	Çk	13,5	0,3	4,0
Çk	40,6	76,3	53,7	Çk	16,8	1,7	6,6
Çk	53,6	194,4	91,5	Çk	16,5	0,8	6,0
Çk	34,2	20,4	24,9	Çk	19,4	7,9	12,5
Çk	34,9	27,8	25,8	Çk	25,1	11,5	13,1
Çk	58,2	30,3	49,3	Çk	5,5	1,3	3,6
Çk	24,8	39,8	13,3	Çk	44,7	26,4	42,9
Çk	20,7	18,9	13,9	Çk	46,6	28,1	29,0
Çk	20,7	6,2	13,9	Çk	40,6	23,0	53,7
Çk	24,9	14,4	13,2	Çk	48,8	30,0	25,6
Çk	22,1	10,2	14,2	Çk	51,7	32,6	51,3
Çk	20,3	25,8	13,6	Çk	51,3	32,2	43,3
Çk	25,9	7,8	12,6	Çk	19,5	8,0	12,7
Çk	28,2	7,7	12,4	Çk	14,9	5,4	4,4
Çk	18,0	15,0	9,4	Çk	47,7	29,0	25,8
Çk	6,2	0,2	3,5	Çk	48,0	29,3	25,5
Çk	31,4	15,1	17,7	Çk	27,5	13,1	12,3
Çk	63,0	19,5	80,8	Çk	53,8	34,5	92,1
Çk	20,3	41,6	13,6	Çk	59,0	39,4	48,8
Çk	19,2	4,1	12,2	Çk	19,1	7,7	12,0
Çk	17,3	1,2	7,7	Çk	5,2	1,2	3,6

Tablo 18'in devamı

Çk	21,0	11,1	14,0	Çk	32,2	16,5	20,3
Çk	21,6	4,8	14,2	Çk	8,6	2,5	3,4
Çk	18,1	6,8	9,7	Çk	20,3	8,5	13,6
				Çk	37,8	20,8	35,2

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle tahmin sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 19' da gösterilmiştir.

Tablo 19. Toplam ibre biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	49,5	29,5
Çk	19,6	0,7	12,8
Çk	40,0	20,0	51,1
Çk	29,8	12,5	13,7
Çk	44,8	44,3	42,0
Çk	46,5	137,2	163,6
Çk	10,7	0,7	3,5
Çk	10,5	0,7	3,5
Çk	2,6	0,5	3,9
Çk	40,2	22,7	52,1
Çk	22,5	9,8	14,2
Çk	9,1	2,7	3,4

Toplam ibre biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam İbre Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam İbre Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 20).

Tablo 20. Toplam ibre biyokütle (Çk) tahmini tablosu

Çap Kademesi (cm)	Çap Kademesi Ortası (cm)	Biyokütle (kg)
0-4	2	3,4
4-8	6	3,5
8-12	10	3,9
12-16	14	4,1
16-20	18	9,4
20-24	22	12,6
24-28	26	14,1
28-32	30	14,2
32-36	34	24,6
36-40	38	29,3
40-44	42	32,4
44-48	46	36,6
48-52	50	49,7
52-56	54	55,6
56-60	58	61,5
60-64	62	91,6
64-68	66	157,0
68-72	70	167,5

- Kayın (Model-1, d)

Kayın türü için Yaprak Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam yaprak biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 998 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %49,8 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 2 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 21'de sunulmuştur.

Tablo 21. Toplam yaprak biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	30,7	5,3	11,2	Kn	9,5	0,9	1,5
Kn	16,4	4,0	2,5	Kn	5,7	0,5	1,1
Kn	20,7	2,5	4,2	Kn	10,0	0,7	1,6

Tablo 21'in devamı

Kn	16,3	11,4	2,5	Kn	7,5	0,4	1,2
Kn	15,2	1,9	2,4	Kn	14,0	0,6	2,1
Kn	21,1	8,1	5,0	Kn	13,3	0,6	2,0
Kn	19,4	3,3	3,0	Kn	25,0	4,9	22,8
Kn	47,4	107,9	14,9	Kn	57,8	13,6	15,5
Kn	20,3	2,4	3,7	Kn	16,9	3,0	2,5
Kn	20,3	8,1	3,7	Kn	50,0	11,3	15,0
Kn	17,8	4,7	2,6	Kn	53,9	12,4	15,5
Kn	14,0	1,7	2,1	Kn	13,0	2,2	2,0
Kn	14,8	2,3	2,3	Kn	19,1	3,5	2,9
Kn	21,4	3,9	5,9	Kn	44,7	9,9	14,7
Kn	16,1	1,6	2,5	Kn	12,2	2,0	1,9
Kn	19,9	3,6	3,3	Kn	59,5	14,0	15,5
Kn	20,8	6,5	4,4	Kn	53,8	12,4	15,5
Kn	14,7	0,5	2,3	Kn	54,0	12,5	15,5
Kn	7,3	0,7	1,1	Kn	34,2	7,1	6,7
Kn	2,4	0,5	1,3	Kn	54,8	12,7	15,5
Kn	26,5	62,6	24,3	Kn	26,8	5,3	24,2
Kn	9,6	1,0	1,5	Kn	40,1	8,7	6,9
Kn	13,7	0,5	2,1	Kn	34,8	7,3	6,7
Kn	12,5	1,7	1,9	Kn	31,5	6,5	8,8
Kn	12,4	1,7	1,9	Kn	21,3	4,0	5,6
Kn	13,2	0,5	2,0	Kn	21,2	4,0	5,3
Kn	13,8	0,7	2,1	Kn	45,9	10,2	14,9
Kn	14,0	0,7	2,1	Kn	5,5	0,8	1,1

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 22' de gösterilmiştir.

Tablo 22. Toplam yaprak biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Kn	16,0	3,9	2,5
Kn	20,3	5,0	3,7
Kn	15,1	7,5	2,3
Kn	30,8	9,5	10,8
Kn	24,2	60,4	20,4
Kn	30,3	9,3	12,9
Kn	19,9	2,2	3,3
Kn	8,5	0,8	1,3
Kn	6,0	0,8	1,1

Tablo 22'nin devamı

Kn	33,1	103,3	7,0
Kn	37,6	8,0	6,6
Kn	42,1	9,2	10,5
Kn	23,0	4,4	14,0

Toplam Yaprak Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA'dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

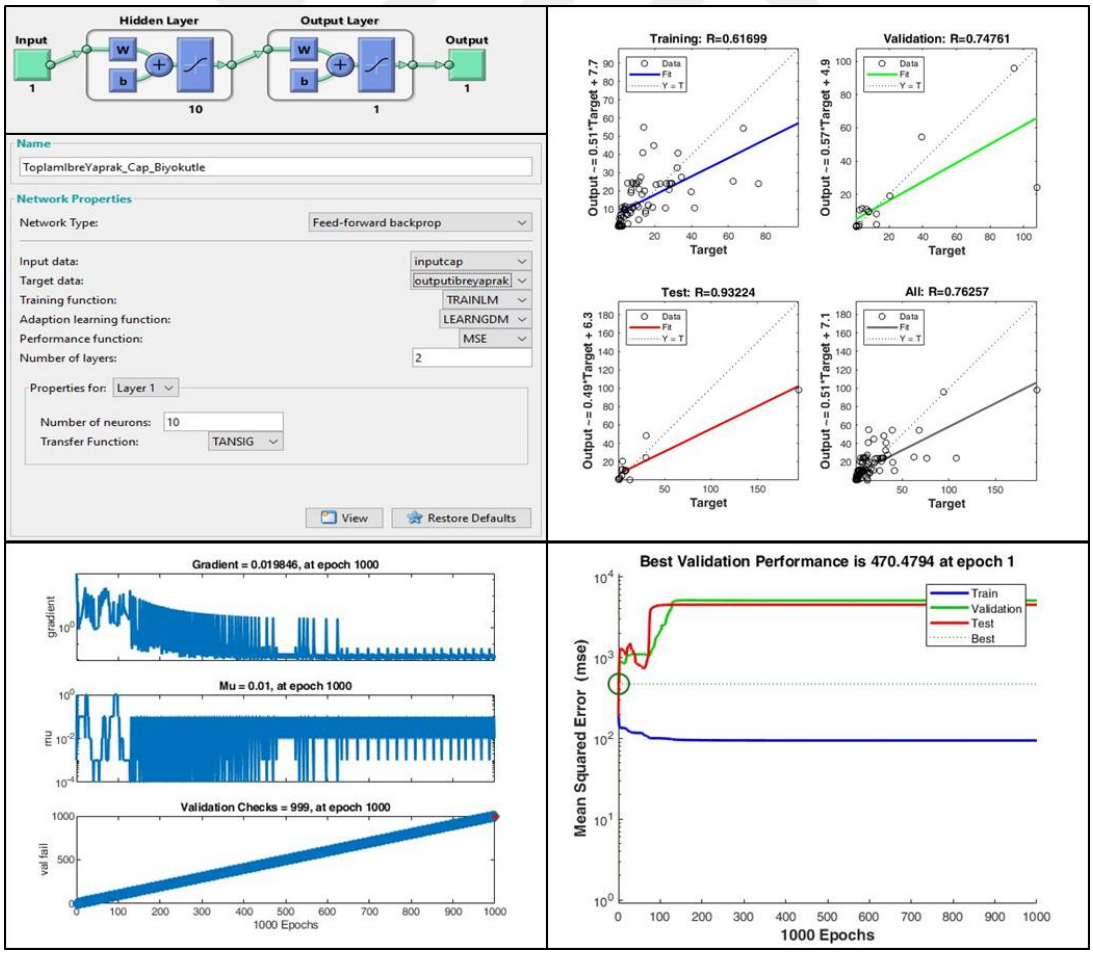
Toplam Yaprak Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam İbre Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 23).

Tablo 23. Toplam ibre biyokütle (Kn) tahmini tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	1,1
4-8	6	1,4
8-12	10	1,6
12-16	14	2,1
16-20	18	2,6
20-24	22	2,8
24-28	26	6,6
28-32	30	6,8
32-36	34	8,2
36-40	38	10,2
40-44	42	12,8
44-48	46	14,4
48-52	50	14,9
52-56	54	15,0
56-60	58	15,4
60-64	62	15,5
64-68	66	15,5
68-72	70	24,1

- Karaçam + Kayın (Model-2, d)

Toplam İbre/Yaprak Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ibre/yaprak biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 8' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 999 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %76,3 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 1 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 8. Toplam ibre/yaprak biyokütle YSA model istatistik verileri

Toplam İbre/Yaprak Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 24'te sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %76,3'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 24. Toplam ibre/yaprak biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	94,3	95,8	Kn	30,7	5,3	6,7
Çk	59,8	68,0	54,4	Kn	16,4	4,0	4,3
Çk	40,6	76,3	23,9	Kn	20,7	2,5	10,9
Çk	53,6	194,4	98,1	Kn	16,3	11,4	4,1
Çk	34,2	20,4	19,1	Kn	15,2	1,9	2,3
Çk	34,9	27,8	20,6	Kn	21,1	8,1	11,2
Çk	58,2	30,3	48,3	Kn	19,4	3,3	9,7
Çk	24,8	39,8	19,4	Kn	47,4	107,9	24,1
Çk	20,7	18,9	10,9	Kn	20,3	2,4	10,6
Çk	20,7	6,2	10,9	Kn	20,3	8,1	10,6
Çk	24,9	14,4	19,9	Kn	17,8	4,7	7,3
Çk	22,1	10,2	12,3	Kn	14,0	1,7	1,2
Çk	20,3	25,8	10,6	Kn	14,8	2,3	1,8
Çk	25,9	7,8	24,5	Kn	21,4	3,9	11,5
Çk	28,2	7,7	10,6	Kn	16,1	1,6	3,7
Çk	18,0	15,0	7,7	Kn	19,9	3,6	10,2
Çk	6,2	0,2	0,5	Kn	20,8	6,5	11,0
Çk	31,4	15,1	8,9	Kn	14,7	0,5	1,7
Çk	63,0	19,5	44,9	Kn	7,3	0,7	0,5
Çk	20,3	41,6	10,6	Kn	2,4	0,5	0,5
Çk	19,2	4,1	9,5	Kn	26,5	62,6	25,3
Çk	17,3	1,2	6,3	Kn	9,6	1,0	0,6
Çk	21,0	11,1	11,2	Kn	13,7	0,5	1,1
Çk	21,6	4,8	11,7	Kn	12,5	1,7	0,8
Çk	18,1	6,8	7,9	Kn	12,4	1,7	0,8
Çk	21,0	3,7	11,2	Kn	13,2	0,5	0,9
Çk	13,5	0,3	1,0	Kn	13,8	0,7	1,1
Çk	16,8	1,7	5,2	Kn	14,0	0,7	1,2
Çk	16,5	0,8	4,5	Kn	9,5	0,9	0,6
Çk	19,4	7,9	9,7	Kn	5,7	0,5	0,5
Çk	25,1	11,5	20,9	Kn	10,0	0,7	0,6
Çk	5,5	1,3	0,5	Kn	7,5	0,4	0,5

Tablo 24'ün devamı

Çk	44,7	26,4	24,1	Kn	14,0	0,6	1,2
Çk	46,6	28,1	24,1	Kn	13,3	0,6	0,9
Çk	40,6	23,0	23,9	Kn	25,0	4,9	20,4
Çk	48,8	30,0	24,3	Kn	57,8	13,6	40,9
Çk	51,7	32,6	40,7	Kn	16,9	3,0	5,4
Çk	51,3	32,2	32,6	Kn	50,0	11,3	25,2
Çk	19,5	8,0	9,8	Kn	53,9	12,4	8,2
Çk	14,9	5,4	1,9	Kn	13,0	2,2	0,9
Çk	47,7	29,0	24,1	Kn	19,1	3,5	9,4
Çk	48,0	29,3	24,1	Kn	44,7	9,9	24,1
Çk	27,5	13,1	18,0	Kn	12,2	2,0	0,7
Çk	53,8	34,5	27,5	Kn	59,5	14,0	54,9
Çk	59,0	39,4	54,5	Kn	53,8	12,4	27,5
Çk	19,1	7,7	9,4	Kn	54,0	12,5	1,9
Çk	5,2	1,2	0,5	Kn	34,2	7,1	19,1
Çk	32,2	16,5	12,1	Kn	54,8	12,7	0,2
Çk	8,6	2,5	0,5	Kn	26,8	5,3	24,2
Çk	20,3	8,5	10,6	Kn	40,1	8,7	23,9
Çk	37,8	20,8	23,4	Kn	34,8	7,3	20,4
				Kn	31,5	6,5	9,3
				Kn	21,3	4,0	11,4
				Kn	21,2	4,0	11,3
				Kn	45,9	10,2	24,1
				Kn	5,5	0,8	0,5

Tablo 25'de test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verilerinin yukarıda oluşturulan modelde test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri gösterilmektedir.

Tablo 25. Toplam ibre/yaprak biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	49,5	191,3
Çk	19,6	0,7	9,9
Çk	40,0	20,0	23,9
Çk	29,8	12,5	5,3
Çk	44,8	44,3	24,1
Çk	46,5	137,2	24,1
Çk	10,7	0,7	0,6
Çk	10,5	0,7	0,6
Çk	2,6	0,5	0,5

Tablo 25'in devamı

Çk	40,2	22,7	23,9
Çk	22,5	9,8	12,8
Çk	9,1	2,7	0,6
Kn	16,0	3,9	3,5
Kn	20,3	5,0	10,6
Kn	15,1	7,5	2,1
Kn	30,8	9,5	7,0
Kn	24,2	60,4	16,9
Kn	30,3	9,3	5,8
Kn	19,9	2,2	10,2
Kn	8,5	0,8	0,5
Kn	6,0	0,8	0,5
Kn	33,1	103,3	15,7
Kn	37,6	8,0	23,3
Kn	42,1	9,2	24,0
Kn	23,0	4,4	13,7

Toplam İbre/Yaprak Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam İbre/Yaprak Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam İbre/Yaprak Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 26).

Tablo 26. Toplam ibre/yaprak biyokütle (Çk+Kn) tahmini tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	0,5
4-8	6	0,5
8-12	10	0,6
12-16	14	1,2
16-20	18	1,9
20-24	22	5,4
24-28	26	7,7
28-32	30	12,1

Tablo 26'nın devamı

32-36	34	18,5
36-40	38	23,5
40-44	42	24,0
44-48	46	24,1
48-52	50	24,8
52-56	54	25,2
56-60	58	42,9
60-64	62	45,1
64-68	66	174,8
68-72	70	194,4

- Karaçam (Model-1, d/h)

Karaçam türü için İbre Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ibre biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 1000 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %69,3 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 0 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 27'de sunulmuştur.

Tablo 27. Toplam ibre biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	64,6	29,7	94,3	103,6	Çk	21,0	12,1	3,7	13,1
Çk	59,8	25,1	68,0	149,7	Çk	13,5	11,6	0,3	2,8
Çk	40,6	23,1	76,3	29,4	Çk	16,8	10,6	1,7	4,1
Çk	53,6	24,5	194,4	83,0	Çk	16,5	13,5	0,8	8,6
Çk	34,2	23,8	20,4	28,4	Çk	19,4	14,1	7,9	13,8
Çk	34,9	23,2	27,8	27,5	Çk	25,1	17,0	11,5	22,2
Çk	58,2	28,3	30,3	70,9	Çk	5,5	5,8	1,3	0,9
Çk	24,8	14,5	39,8	21,6	Çk	44,7	25,5	26,4	35,0
Çk	20,7	15,3	18,9	17,1	Çk	46,6	26,3	28,1	37,9
Çk	20,7	18,7	6,2	20,6	Çk	40,6	23,8	23,0	30,0
Çk	24,9	19,2	14,4	22,4	Çk	48,8	27,1	30,0	41,6
Çk	22,1	16,8	10,2	19,9	Çk	51,7	28,3	32,6	46,5
Çk	20,3	15,6	25,8	16,9	Çk	51,3	28,1	32,2	45,9

Tablo 27'nin devamı

Çk	25,9	15,9	7,8	22,8	Çk	19,5	14,2	8,0	14,1
Çk	28,2	20,2	7,7	23,0	Çk	14,9	11,7	5,4	3,9
Çk	18,0	15,2	15,0	13,8	Çk	47,7	26,7	29,0	39,7
Çk	6,2	9,2	0,2	0,9	Çk	48,0	26,8	29,3	40,2
Çk	31,4	24,8	15,1	29,9	Çk	27,5	18,1	13,1	23,0
Çk	63,0	33,0	19,5	33,0	Çk	53,8	29,1	34,5	48,2
Çk	20,3	13,1	41,6	13,6	Çk	59,0	31,0	39,4	41,4
Çk	19,2	16,3	4,1	16,7	Çk	19,1	13,9	7,7	13,1
Çk	17,3	11,6	1,2	6,1	Çk	5,2	5,6	1,2	0,8
Çk	21,0	17,3	11,1	19,4	Çk	32,2	20,2	16,5	23,2
Çk	21,6	13,5	4,8	16,2	Çk	8,6	8,0	2,5	0,9
Çk	18,1	14,0	6,8	11,9	Çk	20,3	14,6	8,5	15,7
					Çk	37,8	22,7	20,8	27,4

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 28' de gösterilmiştir.

Tablo 28. Toplam ibre biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	49,5	60,0
Çk	19,6	0,7	14,9
Çk	40,0	20,0	35,0
Çk	29,8	12,5	22,8
Çk	44,8	44,3	37,4
Çk	46,5	137,2	46,7
Çk	10,7	0,7	1,3
Çk	10,5	0,7	1,0
Çk	2,6	0,5	0,9
Çk	40,2	22,7	29,6
Çk	22,5	9,8	19,4
Çk	9,1	2,7	1,0

Toplam İbre Biyokütlesi için aynı çap/boy verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

- Kayın (Model-1, d/h)

Kayın türü için Yaprak Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam yaprak biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 999 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %47,6 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 1 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 29'da sunulmuştur.

Tablo 29. Toplam yaprak biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	30,7	27,3	5,3	4,8	Kn	9,5	10,8	0,9	0,4
Kn	16,4	21,4	4,0	3,2	Kn	5,7	11,7	0,5	0,4
Kn	20,7	19,5	2,5	4,1	Kn	10,0	11,0	0,7	0,4
Kn	16,3	17,3	11,4	1,9	Kn	7,5	12,2	0,4	0,4
Kn	15,2	11,9	1,9	0,5	Kn	14,0	15,7	0,6	0,6
Kn	21,1	15,6	8,1	4,0	Kn	13,3	16,1	0,6	0,5
Kn	19,4	17,1	3,3	3,4	Kn	25,0	19,4	4,9	4,7
Kn	47,4	35,1	107,9	14,7	Kn	57,8	32,9	13,6	18,1
Kn	20,3	13,7	2,4	3,4	Kn	16,9	15,2	3,0	1,6
Kn	20,3	17,2	8,1	3,8	Kn	50,0	30,0	11,3	9,4
Kn	17,8	13,9	4,7	1,7	Kn	53,9	31,5	12,4	14,2
Kn	14,0	16,6	1,7	0,7	Kn	13,0	12,9	2,2	0,4
Kn	14,8	14,0	2,3	0,6	Kn	19,1	16,4	3,5	3,1
Kn	21,4	18,5	3,9	4,2	Kn	44,7	28,0	9,9	5,9
Kn	16,1	14,1	1,6	0,9	Kn	12,2	12,4	2,0	0,4
Kn	19,9	12,8	3,6	3,0	Kn	59,5	33,5	14,0	18,8
Kn	20,8	18,6	6,5	4,1	Kn	53,8	31,5	12,4	14,2
Kn	14,7	14,5	0,5	0,6	Kn	54,0	31,5	12,5	14,3
Kn	7,3	9,6	0,7	0,4	Kn	34,2	23,6	7,1	4,8
Kn	2,4	3,8	0,5	0,4	Kn	54,8	31,8	12,7	15,3
Kn	26,5	20,4	62,6	4,7	Kn	26,8	20,3	5,3	4,7
Kn	9,6	11,8	1,0	0,4	Kn	40,1	26,1	8,7	5,0
Kn	13,7	13,2	0,5	0,5	Kn	34,8	23,9	7,3	4,8
Kn	12,5	11,2	1,7	0,4	Kn	31,5	22,4	6,5	4,8
Kn	12,4	12,1	1,7	0,4	Kn	21,3	17,6	4,0	4,1
Kn	13,2	14,4	0,5	0,5	Kn	21,2	17,5	4,0	4,1

Tablo 29'un devamı

Kn	13,8	13,1	0,7	0,5	Kn	45,9	28,5	10,2	6,4
Kn	14,0	13,2	0,7	0,5	Kn	5,5	7,5	0,8	0,4

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 30' da gösterilmiştir.

Tablo 30. Toplam yaprak biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

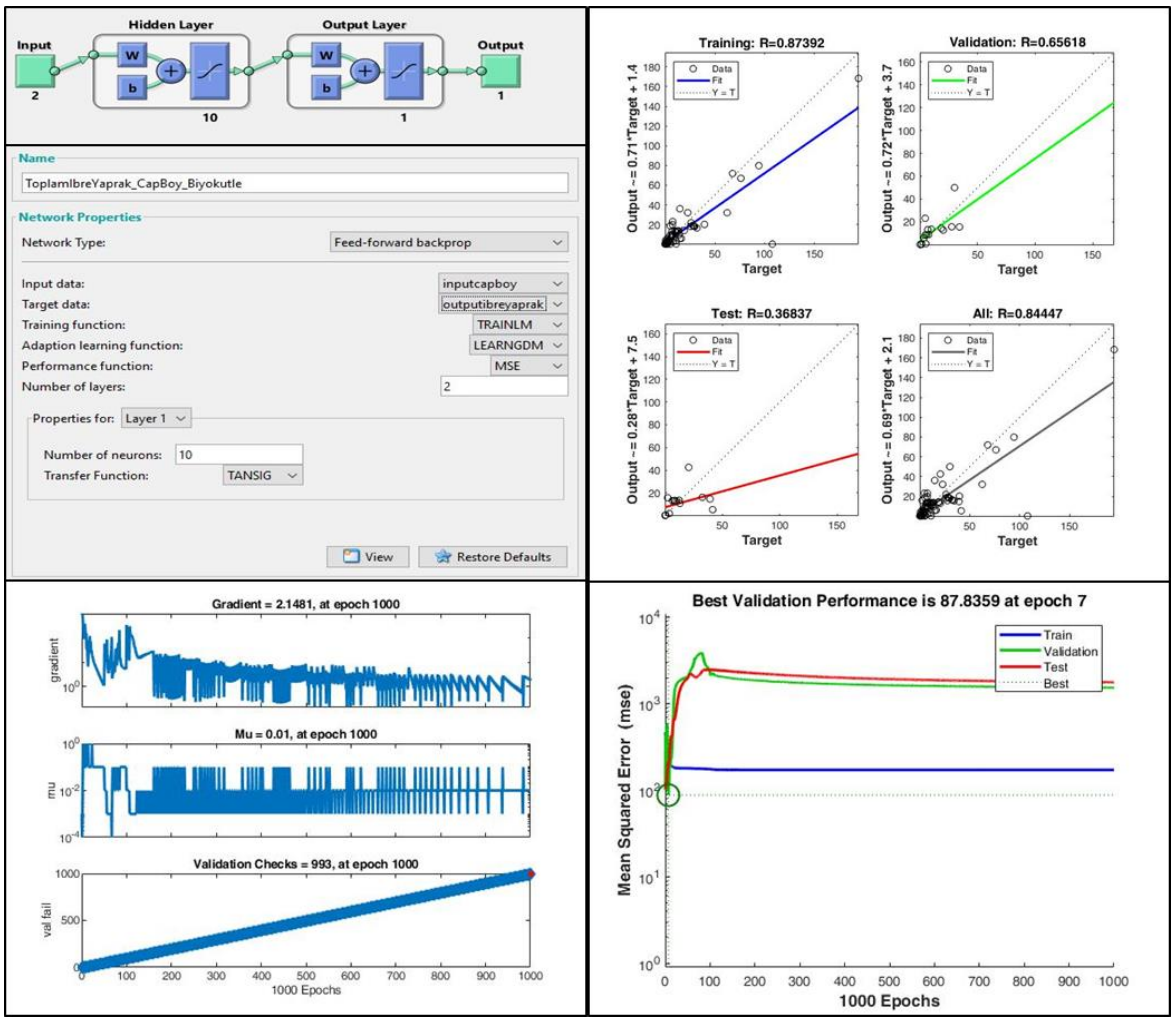
Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütlesi (kg)**	**Biyokütlesi (kg) Model**
Kn	16,0	3,9	3,2
Kn	20,3	5,0	4,0
Kn	15,1	7,5	0,8
Kn	30,8	9,5	4,7
Kn	24,2	60,4	4,6
Kn	30,3	9,3	4,8
Kn	19,9	2,2	4,3
Kn	8,5	0,8	0,4
Kn	6,0	0,8	0,4
Kn	33,1	103,3	5,5
Kn	37,6	8,0	4,9
Kn	42,1	9,2	5,3
Kn	23,0	4,4	4,5

Toplam Yaprak Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA'dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

- Karaçam + Kayın (Model-2, d/h)

Toplam İbre/Yaprak Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ibre/yaprak biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 9' da oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 993 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %84,5 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait

en iyi sonucun 7 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 9.Toplam ibre/yaprak biyokütle YSA model istatistik verileri

Toplam İbre/Yaprak Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 31'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %84,5'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 31. Toplam ibre/yaprak biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	29,7	94,3	79,8	Kn	30,7	27,3	5,3	0,2
Çk	59,8	25,1	68,0	71,9	Kn	16,4	21,4	4,0	4,4
Çk	40,6	23,1	76,3	67,0	Kn	20,7	19,5	2,5	15,8
Çk	53,6	24,5	194,4	168,4	Kn	16,3	17,3	11,4	0,3
Çk	34,2	23,8	20,4	12,8	Kn	15,2	11,9	1,9	1,1
Çk	34,9	23,2	27,8	15,7	Kn	21,1	15,6	8,1	13,1
Çk	58,2	28,3	30,3	50,0	Kn	19,4	17,1	3,3	1,4
Çk	24,8	14,5	39,8	20,2	Kn	47,4	35,1	107,9	0,2
Çk	20,7	15,3	18,9	14,4	Kn	20,3	13,7	2,4	5,7
Çk	20,7	18,7	6,2	8,8	Kn	20,3	17,2	8,1	2,4
Çk	24,9	19,2	14,4	9,9	Kn	17,8	13,9	4,7	8,4
Çk	22,1	16,8	10,2	13,3	Kn	14,0	16,6	1,7	0,2
Çk	20,3	15,6	25,8	18,1	Kn	14,8	14,0	2,3	0,9
Çk	25,9	15,9	7,8	23,1	Kn	21,4	18,5	3,9	2,0
Çk	28,2	20,2	7,7	20,0	Kn	16,1	14,1	1,6	2,5
Çk	18,0	15,2	15,0	5,8	Kn	19,9	12,8	3,6	4,4
Çk	6,2	9,2	0,2	0,2	Kn	20,8	18,6	6,5	7,1
Çk	31,4	24,8	15,1	36,1	Kn	14,7	14,5	0,5	0,6
Çk	63,0	33,0	19,5	14,0	Kn	7,3	9,6	0,7	0,2
Çk	20,3	13,1	41,6	5,4	Kn	2,4	3,8	0,5	0,2
Çk	19,2	16,3	4,1	4,1	Kn	26,5	20,4	62,6	32,1
Çk	17,3	11,6	1,2	1,0	Kn	9,6	11,8	1,0	0,2
Çk	21,0	17,3	11,1	3,8	Kn	13,7	13,2	0,5	0,5
Çk	21,6	13,5	4,8	8,8	Kn	12,5	11,2	1,7	0,2
Çk	18,1	14,0	6,8	9,8	Kn	12,4	12,1	1,7	0,2
Çk	21,0	12,1	3,7	6,0	Kn	13,2	14,4	0,5	0,3
Çk	13,5	11,6	0,3	0,3	Kn	13,8	13,1	0,7	0,5
Çk	16,8	10,6	1,7	0,6	Kn	14,0	13,2	0,7	0,6
Çk	16,5	13,5	0,8	3,7	Kn	9,5	10,8	0,9	0,2
Çk	19,4	14,1	7,9	9,0	Kn	5,7	11,7	0,5	0,2
Çk	25,1	17,0	11,5	12,0	Kn	10,0	11,0	0,7	0,2
Çk	5,5	5,8	1,3	0,2	Kn	7,5	12,2	0,4	0,2
Çk	44,7	25,5	26,4	21,9	Kn	14,0	15,7	0,6	0,2
Çk	46,6	26,3	28,1	19,3	Kn	13,3	16,1	0,6	0,2
Çk	40,6	23,8	23,0	32,1	Kn	25,0	19,4	4,9	23,1
Çk	48,8	27,1	30,0	18,0	Kn	57,8	32,9	13,6	13,6
Çk	51,7	28,3	32,6	16,2	Kn	16,9	15,2	3,0	2,4
Çk	51,3	28,1	32,2	16,5	Kn	50,0	30,0	11,3	13,6
Çk	19,5	14,2	8,0	9,6	Kn	53,9	31,5	12,4	13,6
Çk	14,9	11,7	5,4	0,9	Kn	13,0	12,9	2,2	0,3

Tablo 31'in devamı

Çk	47,7	26,7	29,0	18,6	Kn	19,1	16,4	3,5	3,2
Çk	48,0	26,8	29,3	18,5	Kn	44,7	28,0	9,9	13,5
Çk	27,5	18,1	13,1	10,8	Kn	12,2	12,4	2,0	0,2
Çk	53,8	29,1	34,5	15,6	Kn	59,5	33,5	14,0	13,6
Çk	59,0	31,0	39,4	14,7	Kn	53,8	31,5	12,4	13,6
Çk	19,1	13,9	7,7	8,9	Kn	54,0	31,5	12,5	13,6
Çk	5,2	5,6	1,2	0,2	Kn	34,2	23,6	7,1	13,2
Çk	32,2	20,2	16,5	6,0	Kn	54,8	31,8	12,7	13,6
Çk	8,6	8,0	2,5	0,2	Kn	26,8	20,3	5,3	18,8
Çk	20,3	14,6	8,5	7,4	Kn	40,1	26,1	8,7	13,4
Çk	37,8	22,7	20,8	42,6	Kn	34,8	23,9	7,3	13,1
					Kn	31,5	22,4	6,5	13,2
					Kn	21,3	17,6	4,0	2,7
					Kn	21,2	17,5	4,0	3,0
					Kn	45,9	28,5	10,2	13,5
					Kn	5,5	7,5	0,8	0,2

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 32' de gösterilmiştir.

Tablo 32. Toplam ibre/yaprak biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	49,5	15,5
Çk	19,6	14,7	0,7	16,6
Çk	40,0	26,6	20,0	13,1
Çk	29,8	19,4	12,5	5,3
Çk	44,8	22,5	44,3	44,1
Çk	46,5	30,0	137,2	13,4
Çk	10,7	10,2	0,7	0,2
Çk	10,5	6,0	0,7	0,2
Çk	2,6	2,6	0,5	0,2
Çk	40,2	23,6	22,7	34,7
Çk	22,5	15,7	9,8	9,9
Çk	9,1	8,2	2,7	0,2
Kn	16,0	22,0	3,9	4,2
Kn	20,3	19,4	5,0	14,2
Kn	15,1	15,4	7,5	0,4
Kn	30,8	25,8	9,5	45,3
Kn	24,2	19,5	60,4	36,0
Kn	30,3	20,9	9,3	23,9

Tablo 32'nin devamı

Kn	19,9	22,8	2,2	14,6
Kn	8,5	6,8	0,8	0,2
Kn	6,0	8,0	0,8	0,2
Kn	33,1	18,4	103,3	38,3
Kn	37,6	25,1	8,0	13,2
Kn	42,1	26,9	9,2	13,5
Kn	23,0	18,4	4,4	2,7

Toplam İbre/Yaprak Biyokütlesi için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA'dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.1.2. Dal Biyokütle Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Karaçam türü için Dal Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 980 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %74,5 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 20 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 33' te sunulmuştur.

Tablo 33. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	110,4	166,5	Çk	21,0	12,7	10,7
Çk	59,8	161,9	166,5	Çk	13,5	1,1	1,7
Çk	40,6	100,6	88,0	Çk	16,8	1,3	1,0
Çk	53,6	290,7	166,5	Çk	16,5	8,5	1,2

Tablo 33'ün devamı

Çk	34,2	74,7	78,6	Çk	19,4	20,2	20,6
Çk	34,9	13,9	13,9	Çk	25,1	32,3	23,0
Çk	58,2	219,2	166,5	Çk	5,5	0,9	0,6
Çk	24,8	45,8	22,7	Çk	44,7	89,2	87,8
Çk	20,7	15,4	12,7	Çk	46,6	96,1	101,3
Çk	20,7	6,7	12,7	Çk	40,6	75,4	88,0
Çk	24,9	21,4	22,8	Çk	48,8	104,3	106,7
Çk	22,1	17,7	17,3	Çk	51,7	115,5	116,2
Çk	20,3	21,2	24,4	Çk	51,3	113,7	109,1
Çk	25,9	23,0	23,8	Çk	19,5	20,4	22,6
Çk	28,2	14,0	25,9	Çk	14,9	12,0	12,0
Çk	18,0	20,6	19,9	Çk	47,7	99,9	104,9
Çk	6,2	0,5	0,6	Çk	48,0	101,3	105,5
Çk	31,4	44,2	43,8	Çk	27,5	37,9	25,1
Çk	63,0	107,5	166,5	Çk	53,8	123,9	166,5
Çk	20,3	29,6	24,4	Çk	59,0	145,6	166,5
Çk	19,2	15,7	17,0	Çk	19,1	19,5	15,5
Çk	17,3	6,4	6,4	Çk	5,2	0,8	0,6
Çk	21,0	40,6	10,7	Çk	32,2	50,1	61,0
Çk	21,6	16,8	17,2	Çk	8,6	2,8	0,7
Çk	18,1	16,6	17,8	Çk	20,3	22,0	24,4
				Çk	37,8	66,5	66,5

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 34' te gösterilmiştir.

Tablo 34. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	202,3	166,5
Çk	19,6	3,4	24,6
Çk	40,0	42,7	134,7
Çk	29,8	23,1	30,0
Çk	44,8	95,9	88,8
Çk	46,5	138,1	100,9
Çk	10,7	2,3	0,7
Çk	10,5	5,2	0,7
Çk	2,6	0,6	0,6
Çk	40,2	74,0	116,8
Çk	22,5	26,4	17,6
Çk	9,1	3,3	0,7

Toplam Dal Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Dal Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Dal Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 35).

Tablo 35. Toplam dal biyokütle tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	0,6
4-8	6	0,6
8-12	10	0,7
12-16	14	3,1
16-20	18	17,3
20-24	22	19,9
24-28	26	23,9
28-32	30	30,9
32-36	34	58,3
36-40	38	93,2
40-44	42	98,3
44-48	46	104,1
48-52	50	107,7
52-56	54	166,5
56-60	58	166,5
60-64	62	166,5
64-68	66	166,5
68-72	70	166,5

- Kayın (Model-1, d)

Kayın ağaç türü için Dal Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 999 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir

Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %91,6 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 1 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 36' da sunulmuştur.

Tablo 36. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	30,7	17,9	31,9	Kn	9,5	6,3	10,4
Kn	16,4	22,1	23,9	Kn	5,7	2,4	2,7
Kn	20,7	34,2	32,4	Kn	10,0	4,7	11,9
Kn	16,3	39,6	23,5	Kn	7,5	3,7	4,2
Kn	15,2	28,9	19,4	Kn	14,0	11,8	16,9
Kn	21,1	42,2	32,4	Kn	13,3	8,1	16,2
Kn	19,4	18,7	31,9	Kn	25,0	44,3	43,3
Kn	47,4	139,3	138,6	Kn	57,8	187,7	187,3
Kn	20,3	22,3	32,3	Kn	16,9	22,6	26,0
Kn	20,3	53,0	32,3	Kn	50,0	145,9	146,0
Kn	17,8	27,2	29,2	Kn	53,9	166,0	165,8
Kn	14,0	6,7	16,9	Kn	13,0	14,5	15,9
Kn	14,8	15,5	18,3	Kn	19,1	27,9	31,6
Kn	21,4	39,1	32,4	Kn	44,7	120,4	120,5
Kn	16,1	28,9	22,6	Kn	12,2	12,9	15,3
Kn	19,9	25,2	32,2	Kn	59,5	197,1	197,1
Kn	20,8	38,0	32,4	Kn	53,8	165,9	164,8
Kn	14,7	13,6	18,1	Kn	54,0	166,8	166,8
Kn	7,3	3,0	3,9	Kn	34,2	75,9	73,6
Kn	2,4	1,9	2,8	Kn	54,8	170,8	173,9
Kn	26,5	260,7	176,8	Kn	26,8	50,1	206,7
Kn	9,6	11,9	10,7	Kn	40,1	99,9	111,6
Kn	13,7	29,9	16,6	Kn	34,8	78,4	86,3
Kn	12,5	19,7	15,6	Kn	31,5	65,9	29,2
Kn	12,4	16,8	15,5	Kn	21,3	33,8	32,4
Kn	13,2	19,0	16,1	Kn	21,2	33,4	32,4
Kn	13,8	21,8	16,7	Kn	45,9	126,2	128,0
Kn	14,0	10,2	16,9	Kn	5,5	3,3	2,7

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 37' de gösterilmiştir.

Tablo 37. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	16,0	29,6	22,2
Kn	20,3	33,7	32,3
Kn	15,1	21,9	19,1
Kn	30,8	64,1	31,0
Kn	24,2	90,8	33,7
Kn	30,3	62,5	37,6
Kn	19,9	19,4	32,2
Kn	8,5	12,5	6,8
Kn	6,0	2,3	2,8
Kn	33,1	134,2	47,5
Kn	37,6	89,4	108,5
Kn	42,1	108,6	114,4
Kn	23,0	38,5	32,0

Toplam Dal Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Dal Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Dal Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 38).

Tablo 38. Toplam dal biyokütle tablosu

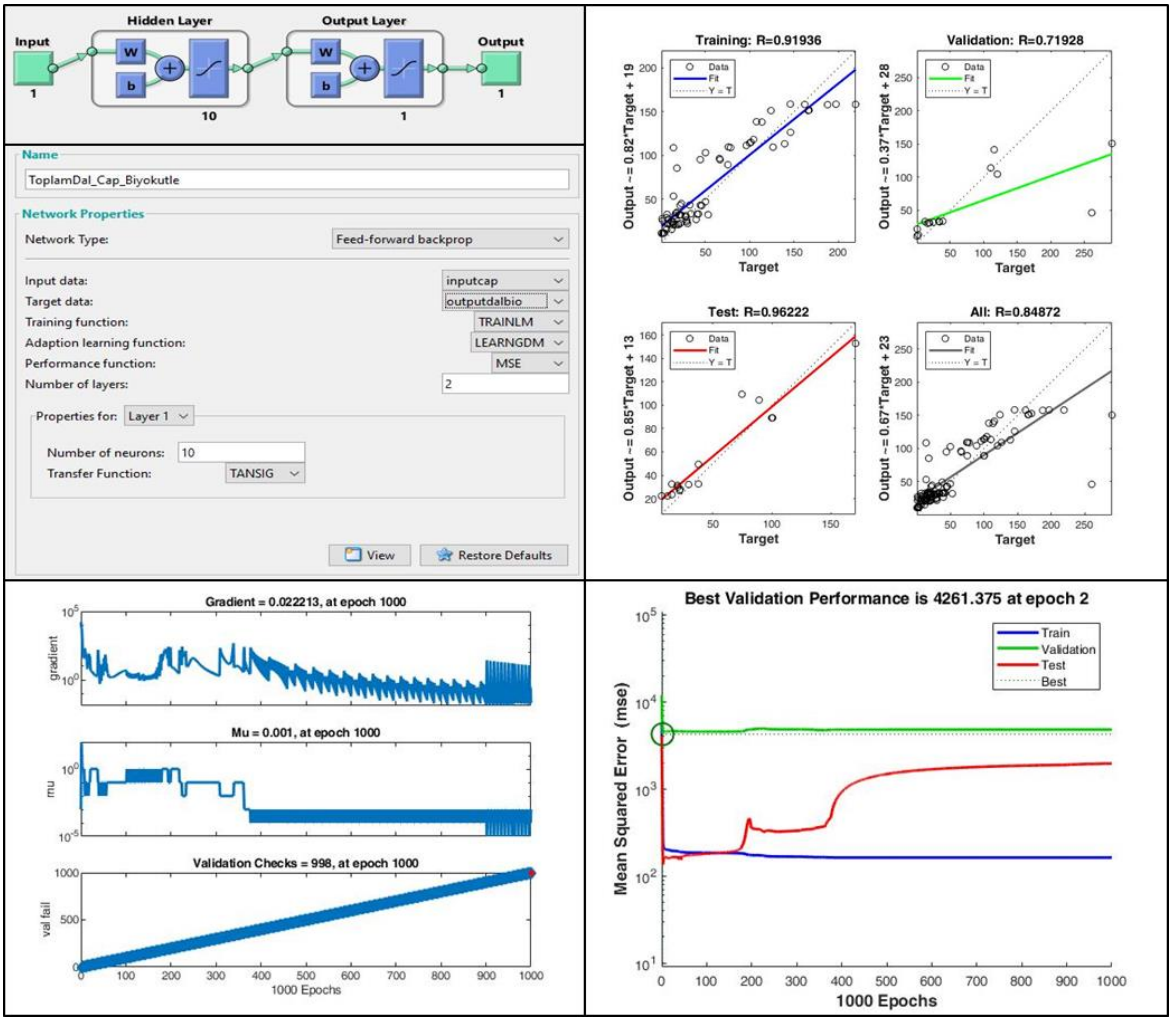
Çap Kademesi (cm)	Çap Kademesi Ortası (cm)	Biyokütle (kg)
0-4	2	2,8
4-8	6	2,9
8-12	10	11,9
12-16	14	16,9
16-20	18	29,7
20-24	22	32,3
24-28	26	45,3
28-32	30	68,8
32-36	34	109,2

Tablo 38'in devamı

36-40	38	109,6
40-44	42	114,2
44-48	46	128,7
48-52	50	146,0
52-56	54	166,8
56-60	58	188,1
60-64	62	216,0
64-68	66	221,1
68-72	70	221,3

- Karaçam + Kayın (Model-2, d)

Toplam Dal Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 10' da oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 998 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %84,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA'ya ait en iyi sonucun 2 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 10. Toplam dal biyokütle YSA model istatistik verileri

Toplam Dal Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 39'da sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %84,9'lık bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 39. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	110,4	113,7	Kn	30,7	17,9	85,3
Çk	59,8	161,9	158,0	Kn	16,4	22,1	26,8
Çk	40,6	100,6	89,2	Kn	20,7	34,2	32,5
Çk	53,6	290,7	150,5	Kn	16,3	39,6	26,6
Çk	34,2	74,7	109,4	Kn	15,2	28,9	24,1

Tablo 39'un devamı

Çk	34,9	13,9	108,6	Kn	21,1	42,2	32,9
Çk	58,2	219,2	158,1	Kn	19,4	18,7	31,4
Çk	24,8	45,8	42,4	Kn	47,4	139,3	113,1
Çk	20,7	15,4	32,5	Kn	20,3	22,3	32,1
Çk	20,7	6,7	32,5	Kn	20,3	53,0	32,1
Çk	24,9	21,4	42,7	Kn	17,8	27,2	29,6
Çk	22,1	17,7	34,7	Kn	14,0	6,7	22,3
Çk	20,3	21,2	32,1	Kn	14,8	15,5	23,4
Çk	25,9	23,0	44,8	Kn	21,4	39,1	33,4
Çk	28,2	14,0	53,3	Kn	16,1	28,9	26,1
Çk	18,0	20,6	29,9	Kn	19,9	25,2	31,7
Çk	6,2	0,5	10,7	Kn	20,8	38,0	32,6
Çk	31,4	44,2	95,0	Kn	14,7	13,6	23,2
Çk	63,0	107,5	138,3	Kn	7,3	3,0	11,1
Çk	20,3	29,6	32,1	Kn	2,4	1,9	25,2
Çk	19,2	15,7	31,2	Kn	26,5	260,7	46,2
Çk	17,3	6,4	28,7	Kn	9,6	11,9	15,2
Çk	21,0	40,6	32,8	Kn	13,7	29,9	22,0
Çk	21,6	16,8	33,7	Kn	12,5	19,7	20,8
Çk	18,1	16,6	30,0	Kn	12,4	16,8	20,7
Çk	21,0	12,7	32,8	Kn	13,2	19,0	21,5
Çk	13,5	1,1	21,8	Kn	13,8	21,8	22,1
Çk	16,8	1,3	27,7	Kn	14,0	10,2	22,3
Çk	16,5	8,5	27,0	Kn	9,5	6,3	14,9
Çk	19,4	20,2	31,4	Kn	5,7	2,4	10,8
Çk	25,1	32,3	43,1	Kn	10,0	4,7	16,3
Çk	5,5	0,9	10,9	Kn	7,5	3,7	11,2
Çk	44,7	89,2	104,4	Kn	14,0	11,8	22,3
Çk	46,6	96,1	111,2	Kn	13,3	8,1	21,6
Çk	40,6	75,4	89,2	Kn	25,0	44,3	42,9
Çk	48,8	104,3	118,0	Kn	57,8	187,7	157,7
Çk	51,7	115,5	141,2	Kn	16,9	22,6	27,9
Çk	51,3	113,7	138,0	Kn	50,0	145,9	126,2
Çk	19,5	20,4	31,4	Kn	53,9	166,0	151,3
Çk	14,9	12,0	23,6	Kn	13,0	14,5	21,3
Çk	47,7	99,9	113,9	Kn	19,1	27,9	31,1
Çk	48,0	101,3	114,8	Kn	44,7	120,4	104,4
Çk	27,5	37,9	49,4	Kn	12,2	12,9	20,5
Çk	53,8	123,9	151,0	Kn	59,5	197,1	158,3
Çk	59,0	145,6	158,4	Kn	53,8	165,9	151,0
Çk	19,1	19,5	31,1	Kn	54,0	166,8	151,5
Çk	5,2	0,8	11,2	Kn	34,2	75,9	109,4

Tablo 39'un devamı

Çk	32,2	50,1	102,9	Kn	54,8	170,8	152,9
Çk	8,6	2,8	12,8	Kn	26,8	50,1	46,9
Çk	20,3	22,0	32,1	Kn	40,1	99,9	89,2
Çk	37,8	66,5	94,8	Kn	34,8	78,4	108,8
				Kn	31,5	65,9	96,2
				Kn	21,3	33,8	33,2
				Kn	21,2	33,4	33,1
				Kn	45,9	126,2	109,3
				Kn	5,5	3,3	10,9

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 40' ta gösterilmiştir.

Tablo 40. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	202,3	94,2	Kn	16,0	29,6	25,9
Çk	19,6	3,4	31,5	Kn	20,3	33,7	32,1
Çk	40,0	42,7	89,2	Kn	15,1	21,9	23,9
Çk	29,8	23,1	71,2	Kn	30,8	64,1	86,8
Çk	44,8	95,9	104,9	Kn	24,2	90,8	40,8
Çk	46,5	138,1	110,9	Kn	30,3	62,5	79,0
Çk	10,7	2,3	18,0	Kn	19,9	19,4	31,7
Çk	10,5	5,2	17,5	Kn	8,5	12,5	12,6
Çk	2,6	0,6	22,8	Kn	6,0	2,3	10,7
Çk	40,2	74,0	89,1	Kn	33,1	134,2	107,8
Çk	22,5	26,4	35,7	Kn	37,6	89,4	95,8
Çk	9,1	3,3	13,9	Kn	42,1	108,6	91,6
				Kn	23,0	38,5	37,1

Toplam Dal Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Dal Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Dal Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 41).

Tablo 41. Toplam dal biyokütle tablosu

Çap Kademesi (cm)	Çap Kademesi Ortası (cm)	Biyokütle (kg)
0-4	2	10,7
4-8	6	16,3
8-12	10	22,3
12-16	14	29,9
16-20	18	31,4
20-24	22	34,5
24-28	26	45,0
28-32	30	74,3
32-36	34	90,8
36-40	38	91,3
40-44	42	93,9
44-48	46	98,9
48-52	50	109,4
52-56	54	109,6
56-60	58	126,2
60-64	62	149,4
64-68	66	151,5
68-72	70	157,9

- Karaçam (Model-1, d/h)

Karaçam türü için Dal Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 1000 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %83,6 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 0 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 42'de sunulmuştur.

Tablo 42. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	29,7	110,4	110,5	Çk	21,0	12,1	12,7	20,7
Çk	59,8	25,1	161,9	290,6	Çk	13,5	11,6	1,1	3,2
Çk	40,6	23,1	100,6	100,5	Çk	16,8	10,6	1,3	8,5
Çk	53,6	24,5	290,7	289,8	Çk	16,5	13,5	8,5	8,9
Çk	34,2	23,8	74,7	74,5	Çk	19,4	14,1	20,2	17,7
Çk	34,9	23,2	13,9	15,0	Çk	25,1	17,0	32,3	31,9
Çk	58,2	28,3	219,2	219,3	Çk	5,5	5,8	0,9	1,0
Çk	24,8	14,5	45,8	28,0	Çk	44,7	25,5	89,2	89,6
Çk	20,7	15,3	15,4	22,3	Çk	46,6	26,3	96,1	95,7
Çk	20,7	18,7	6,7	9,4	Çk	40,6	23,8	75,4	75,3
Çk	24,9	19,2	21,4	17,4	Çk	48,8	27,1	104,3	102,5
Çk	22,1	16,8	17,7	26,9	Çk	51,7	28,3	115,5	113,4
Çk	20,3	15,6	21,2	21,6	Çk	51,3	28,1	113,7	108,9
Çk	25,9	15,9	23,0	30,5	Çk	19,5	14,2	20,4	18,0
Çk	28,2	20,2	14,0	16,4	Çk	14,9	11,7	12,0	5,0
Çk	18,0	15,2	20,6	14,5	Çk	47,7	26,7	99,9	100,0
Çk	6,2	9,2	0,5	1,1	Çk	48,0	26,8	101,3	100,9
Çk	31,4	24,8	44,2	290,7	Çk	27,5	18,1	37,9	36,7
Çk	63,0	33,0	107,5	255,5	Çk	53,8	29,1	123,9	123,9
Çk	20,3	13,1	29,6	19,5	Çk	59,0	31,0	145,6	145,7
Çk	19,2	16,3	15,7	19,1	Çk	19,1	13,9	19,5	16,6
Çk	17,3	11,6	6,4	10,2	Çk	5,2	5,6	0,8	1,0
Çk	21,0	17,3	40,6	23,6	Çk	32,2	20,2	50,1	50,6
Çk	21,6	13,5	16,8	22,7	Çk	8,6	8,0	2,8	1,2
Çk	18,1	14,0	16,6	13,8	Çk	20,3	14,6	22,0	20,5
					Çk	37,8	22,7	66,5	66,6

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 43' te gösterilmiştir.

Tablo 43. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	67,0	32,9	202,3	290,5
Çk	19,6	14,7	3,4	5,2
Çk	40,0	26,6	42,7	18,7
Çk	29,8	19,4	23,1	41,9

Tablo 43'ün devamı

Çk	44,8	22,5	95,9	33,8
Çk	46,5	30,0	138,1	290,7
Çk	10,7	10,2	2,3	1,6
Çk	10,5	6,0	5,2	1,4
Çk	2,6	2,6	0,6	1,0
Çk	40,2	23,6	74,0	76,0
Çk	22,5	15,7	26,4	26,5
Çk	9,1	8,2	3,3	1,3

Toplam Dal Biyokütlesi için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

- Kayın (Model-1, d/h)

Kayın türü için Dal Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 997 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %89,0 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 1 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 44'te sunulmuştur.

Tablo 44. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Kn	30,7	27,3	17,9	33,0	Kn	9,5	10,79	6,3	11,4
Kn	16,4	21,4	22,1	16,8	Kn	5,7	11,70	2,4	9,5
Kn	20,7	19,5	34,2	38,8	Kn	10,0	11,04	4,7	11,6
Kn	16,3	17,3	39,6	19,4	Kn	7,5	12,21	3,7	10,2
Kn	15,2	11,9	28,9	16,8	Kn	14,0	15,69	11,8	14,9
Kn	21,1	15,6	42,2	52,9	Kn	13,3	16,05	8,1	13,0

Tablo 44'ün devamı

Kn	19,4	17,1	18,7	37,6	Kn	25,0	19,4	44,3	71,6
Kn	47,4	35,1	139,3	127,0	Kn	57,8	32,9	187,7	192,0
Kn	20,3	13,7	22,3	39,0	Kn	16,9	15,2	22,6	24,0
Kn	20,3	17,2	53,0	44,9	Kn	50,0	30,0	145,9	159,3
Kn	17,8	13,9	27,2	26,4	Kn	53,9	31,5	166,0	171,3
Kn	14,0	16,6	6,7	13,6	Kn	13,0	12,9	14,5	14,7
Kn	14,8	14,0	15,5	17,8	Kn	19,1	16,4	27,9	36,2
Kn	21,4	18,5	39,1	49,5	Kn	44,7	28,0	120,4	150,9
Kn	16,1	14,1	28,9	21,0	Kn	12,2	12,4	12,9	13,7
Kn	19,9	12,8	25,2	32,2	Kn	59,5	33,5	197,1	199,6
Kn	20,8	18,6	38,0	43,7	Kn	53,8	31,5	165,9	170,9
Kn	14,7	14,5	13,6	17,5	Kn	54,0	31,5	166,8	171,7
Kn	7,3	9,6	3,0	10,5	Kn	34,2	23,6	75,9	86,9
Kn	2,4	3,8	1,9	10,1	Kn	54,8	31,8	170,8	175,7
Kn	26,5	20,4	260,7	69,5	Kn	26,8	20,3	50,1	73,2
Kn	9,6	11,8	11,9	11,5	Kn	40,1	26,1	99,9	128,5
Kn	13,7	13,2	29,9	15,7	Kn	34,8	23,9	78,4	89,3
Kn	12,5	11,2	19,7	13,3	Kn	31,5	22,4	65,9	77,8
Kn	12,4	12,14	16,8	13,7	Kn	21,3	17,6	33,8	53,0
Kn	13,2	14,42	19,0	14,7	Kn	21,2	17,5	33,4	52,4
Kn	13,8	13,06	21,8	15,8	Kn	45,9	28,5	126,2	153,2
Kn	14,0	13,19	10,2	16,2	Kn	5,5	7,5	3,3	10,2

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 45' de gösterilmiştir.

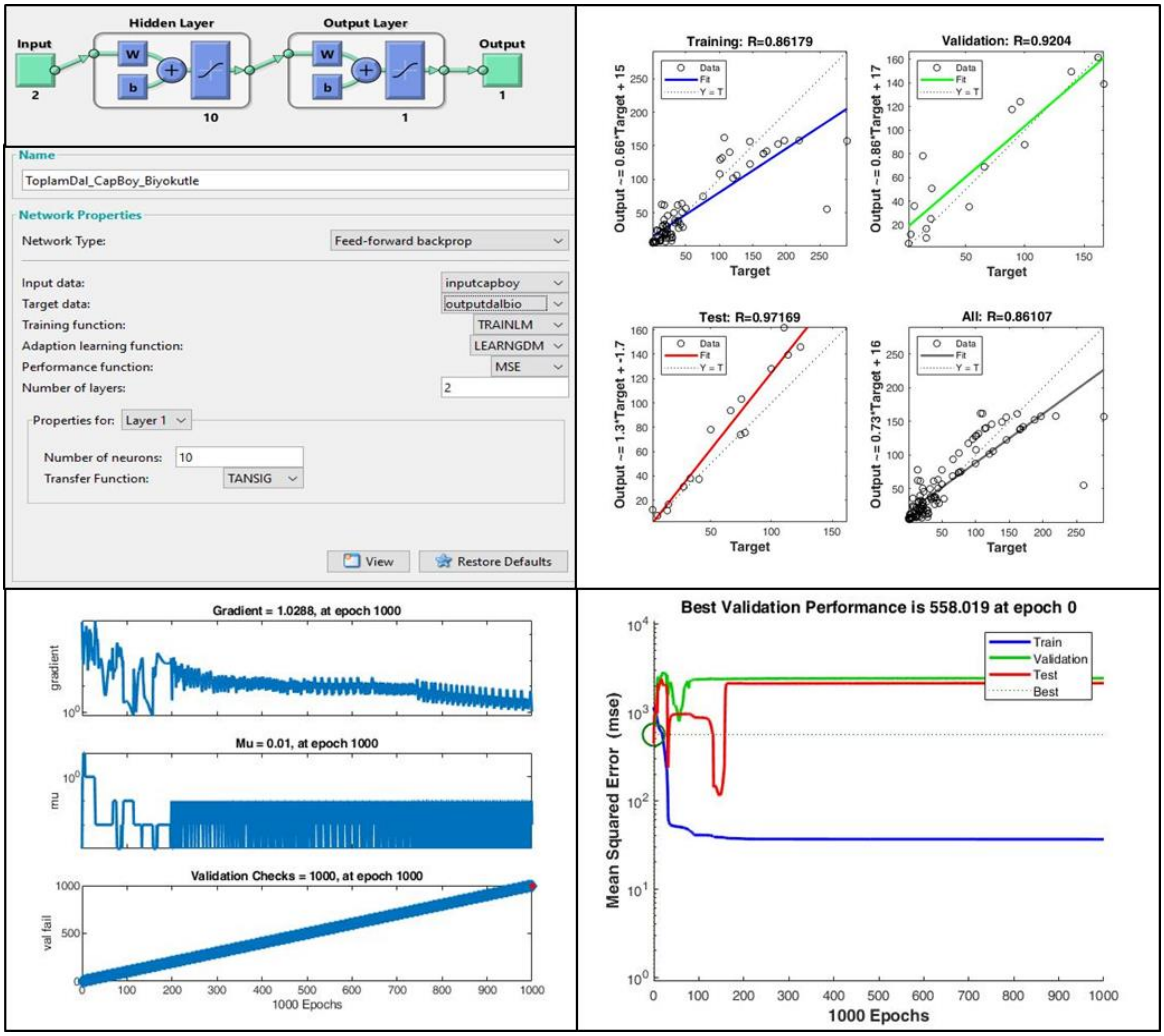
Tablo 45. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Kn	16,0	29,6	15,8
Kn	20,3	33,7	36,8
Kn	15,1	21,9	17,9
Kn	30,8	64,1	40,8
Kn	24,2	90,8	64,5
Kn	30,3	62,5	93,4
Kn	19,9	19,4	26,1
Kn	8,5	12,5	10,4
Kn	6,0	2,3	10,2
Kn	33,1	134,2	182,4
Kn	37,6	89,4	108,5
Kn	42,1	108,6	141,4
Kn	23,0	38,5	64,5

Toplam Dal Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

- Karaçam + Kayın (Model-2, d/h)

Toplam Dal Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 11' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve bu üst sınıra ulaştığı için eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %86,1 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 0 iterasyonda (ilk denemede) elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 11. Toplam dal biyokütle YSA model istatistik verileri (Çift Giriş: Çap/Boy)

Toplam Dal Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 46'da sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %86,1'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 46. Toplam dal biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	29,7	110,4	161,9	Kn	30,7	27,3	17,9	61,4
Çk	59,8	25,1	161,9	161,5	Kn	16,4	21,4	22,1	29,5
Çk	40,6	23,1	100,6	107,9	Kn	20,7	19,5	34,2	35,0
Çk	53,6	24,5	290,7	157,3	Kn	16,3	17,3	39,6	26,8
Çk	34,2	23,8	74,7	73,9	Kn	15,2	11,9	28,9	8,0

Tablo 46’nın devamı

Çk	34,9	23,2	13,9	78,2	Kn	21,1	15,6	42,2	32,3
Çk	58,2	28,3	219,2	158,1	Kn	19,4	17,1	18,7	32,8
Çk	24,8	14,5	45,8	28,3	Kn	47,4	35,1	139,3	149,4
Çk	20,7	15,3	15,4	29,8	Kn	20,3	13,7	22,3	17,9
Çk	20,7	18,7	6,7	35,9	Kn	20,3	17,2	53,0	35,2
Çk	24,9	19,2	21,4	50,7	Kn	17,8	13,9	27,2	17,7
Çk	22,1	16,8	17,7	39,8	Kn	14,0	16,6	6,7	24,1
Çk	20,3	15,6	21,2	30,6	Kn	14,8	14,0	15,5	16,7
Çk	25,9	15,9	23,0	45,7	Kn	21,4	18,5	39,1	38,3
Çk	28,2	20,2	14,0	62,4	Kn	16,1	14,1	28,9	18,0
Çk	18,0	15,2	20,6	25,1	Kn	19,9	12,8	25,2	11,6
Çk	6,2	9,2	0,5	5,9	Kn	20,8	18,6	38,0	36,3
Çk	31,4	24,8	44,2	63,6	Kn	14,7	14,5	13,6	18,9
Çk	63,0	33,0	107,5	162,2	Kn	7,3	9,6	3,0	6,0
Çk	20,3	13,1	29,6	13,7	Kn	2,4	3,8	1,9	4,3
Çk	19,2	16,3	15,7	31,1	Kn	26,5	20,4	260,7	55,3
Çk	17,3	11,6	6,4	7,3	Kn	9,6	11,8	11,9	8,8
Çk	21,0	17,3	40,6	37,3	Kn	13,7	13,2	29,9	12,6
Çk	21,6	13,5	16,8	16,7	Kn	12,5	11,2	19,7	6,8
Çk	18,1	14,0	16,6	18,7	Kn	12,4	12,1	16,8	8,9
Çk	21,0	12,1	12,7	8,8	Kn	13,2	14,4	19,0	18,0
Çk	13,5	11,6	1,1	7,4	Kn	13,8	13,1	21,8	12,1
Çk	16,8	10,6	1,3	6,1	Kn	14,0	13,2	10,2	12,7
Çk	16,5	13,5	8,5	14,5	Kn	9,5	10,8	6,3	6,8
Çk	19,4	14,1	20,2	20,0	Kn	5,7	11,7	2,4	12,2
Çk	25,1	17,0	32,3	50,1	Kn	10,0	11,0	4,7	7,1
Çk	5,5	5,8	0,9	5,0	Kn	7,5	12,2	3,7	12,0
Çk	44,7	25,5	89,2	117,4	Kn	14,0	15,7	11,8	22,4
Çk	46,6	26,3	96,1	124,0	Kn	13,3	16,1	8,1	22,9
Çk	40,6	23,8	75,4	103,2	Kn	25,0	19,4	44,3	50,9
Çk	48,8	27,1	104,3	131,9	Kn	57,8	32,9	187,7	152,6
Çk	51,7	28,3	115,5	140,5	Kn	16,9	15,2	22,6	23,6
Çk	51,3	28,1	113,7	139,5	Kn	50,0	30,0	145,9	122,8
Çk	19,5	14,2	20,4	20,8	Kn	53,9	31,5	166,0	138,5
Çk	14,9	11,7	12,0	7,6	Kn	13,0	12,9	14,5	11,5
Çk	47,7	26,7	99,9	128,1	Kn	19,1	16,4	27,9	31,1
Çk	48,0	26,8	101,3	129,2	Kn	44,7	28,0	120,4	101,7
Çk	27,5	18,1	37,9	61,5	Kn	12,2	12,4	12,9	9,8
Çk	53,8	29,1	123,9	146,0	Kn	59,5	33,5	197,1	157,9
Çk	59,0	31,0	145,6	156,4	Kn	53,8	31,5	165,9	138,0
Çk	19,1	13,9	19,5	18,4	Kn	54,0	31,5	166,8	139,0
Çk	5,2	5,6	0,8	4,9	Kn	34,2	23,6	75,9	74,5

Tablo 46'nın devamı

Çk	32,2	20,2	50,1	78,1	Kn	54,8	31,8	170,8	142,0
Çk	8,6	8,0	2,8	5,5	Kn	26,8	20,3	50,1	56,7
Çk	20,3	14,6	22,0	24,4	Kn	40,1	26,1	99,9	87,7
Çk	37,8	22,7	66,5	93,8	Kn	34,8	23,9	78,4	75,6
					Kn	31,5	22,4	65,9	68,9
					Kn	21,3	17,6	33,8	38,4
					Kn	21,2	17,5	33,4	38,0
					Kn	45,9	28,5	126,2	105,9
					Kn	5,5	7,5	3,3	5,0

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 47' de gösterilmiştir.

Tablo 47. Toplam dal biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütlesi (kg)**	**Biyokütlesi (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	202,3	163,9
Çk	19,6	14,7	3,4	24,1
Çk	40,0	26,6	42,7	85,3
Çk	29,8	19,4	23,1	70,1
Çk	44,8	22,5	95,9	137,2
Çk	46,5	30,0	138,1	102,8
Çk	10,7	10,2	2,3	6,0
Çk	10,5	6,0	5,2	6,9
Çk	2,6	2,6	0,6	4,3
Çk	40,2	23,6	74,0	102,0
Çk	22,5	15,7	26,4	35,9
Çk	9,1	8,2	3,3	5,6
Kn	16,0	22,0	29,6	31,1
Kn	20,3	19,4	33,7	34,0
Kn	15,1	15,4	21,9	22,5
Kn	30,8	25,8	64,1	61,0
Kn	24,2	19,5	90,8	47,6
Kn	30,3	20,9	62,5	68,6
Kn	19,9	22,8	19,4	32,9
Kn	8,5	6,8	12,5	5,7
Kn	6,0	8,0	2,3	5,2
Kn	33,1	18,4	134,2	85,6
Kn	37,6	25,1	89,4	81,4
Kn	42,1	26,9	108,6	93,4
Kn	23,0	18,4	38,5	44,1

Toplam Dal Biyokütlesi için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.1.3. Kabuk Biyokütle Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Karaçam ağaç türü için Kabuk Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 990 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 10 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 48' de sunulmuştur.

Tablo 48. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	22,7	64,4	Çk	21,0	12,6	21,1
Çk	59,8	154,6	59,7	Çk	13,5	6,0	13,6
Çk	40,6	59,8	40,6	Çk	16,8	7,4	16,9
Çk	53,6	109,6	53,6	Çk	16,5	8,4	16,7
Çk	34,2	42,1	34,4	Çk	19,4	11,7	19,4
Çk	34,9	54,4	34,9	Çk	25,1	20,0	25,0
Çk	58,2	155,3	58,2	Çk	5,5	0,8	5,6
Çk	24,8	13,6	24,5	Çk	44,7	66,5	44,7
Çk	20,7	10,0	20,8	Çk	46,6	72,6	47,2
Çk	20,7	16,9	20,8	Çk	40,6	54,4	40,6
Çk	24,9	26,3	24,7	Çk	48,8	80,0	48,5
Çk	22,1	20,2	21,9	Çk	51,7	90,2	51,8
Çk	20,3	11,8	20,4	Çk	51,3	88,5	51,3

Tablo 48'in devamı

Çk	25,9	17,4	26,1	Çk	19,5	11,8	19,5
Çk	28,2	23,7	28,0	Çk	14,9	6,7	15,6
Çk	18,0	14,5	17,8	Çk	47,7	76,0	47,9
Çk	6,2	0,9	6,1	Çk	48,0	77,3	48,1
Çk	31,4	33,3	30,9	Çk	27,5	24,1	27,6
Çk	63,0	224,0	63,1	Çk	53,8	98,0	53,7
Çk	20,3	7,8	20,4	Çk	59,0	118,5	59,1
Çk	19,2	8,5	19,1	Çk	19,1	11,2	19,0
Çk	17,3	5,6	17,2	Çk	5,2	0,7	5,5
Çk	21,0	20,1	21,1	Çk	32,2	33,6	32,2
Çk	21,6	13,9	21,5	Çk	8,6	2,2	8,8
Çk	18,1	11,0	17,9	Çk	20,3	12,8	20,4
				Çk	37,8	46,9	37,8

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 49' da gösterilmiştir.

Tablo 49. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	139,9	64,6
Çk	19,6	13,5	19,6
Çk	40,0	89,8	40,3
Çk	29,8	22,3	29,0
Çk	44,8	128,6	44,8
Çk	46,5	123,8	47,1
Çk	10,7	4,8	10,0
Çk	10,5	1,1	9,8
Çk	2,6	0,1	5,2
Çk	40,2	53,3	40,4
Çk	22,5	15,8	22,1
Çk	9,1	2,4	9,1

Toplam Kabuk Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Kabuk Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Kabuk Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 50).

Tablo 50. Toplam kabuk biyokütle tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	5,2
4-8	6	5,9
8-12	10	9,6
12-16	14	14,4
16-20	18	17,8
20-24	22	21,8
24-28	26	26,2
28-32	30	29,2
32-36	34	34,3
36-40	38	38,1
40-44	42	41,3
44-48	46	46,6
48-52	50	49,6
52-56	54	53,8
56-60	58	57,9
60-64	62	61,7
64-68	66	64,6
68-72	70	64,6

- Kayın (Model-1, d)

Kayın ağaç türü için Kabuk Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 923 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 77 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 51' de sunulmuştur.

Tablo 51. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	30,7	18,6	29,5	Kn	9,5	1,6	9,5
Kn	16,4	14,3	16,4	Kn	5,7	0,7	5,7
Kn	20,7	27,7	20,7	Kn	10,0	1,6	10,0
Kn	16,3	11,6	16,3	Kn	7,5	1,5	7,5
Kn	15,2	3,4	15,2	Kn	14,0	2,5	14,0
Kn	21,1	13,5	21,1	Kn	13,3	4,5	13,3
Kn	19,4	16,3	19,4	Kn	25,0	20,3	25,0
Kn	47,4	38,5	47,2	Kn	57,8	176,7	57,8
Kn	20,3	13,2	20,3	Kn	16,9	7,4	16,9
Kn	20,3	24,8	20,3	Kn	50,0	121,1	50,0
Kn	17,8	9,4	17,8	Kn	53,9	147,1	53,9
Kn	14,0	4,9	14,0	Kn	13,0	3,8	13,0
Kn	14,8	8,0	14,8	Kn	19,1	10,1	19,1
Kn	21,4	17,6	21,4	Kn	44,7	90,8	45,4
Kn	16,1	11,4	16,1	Kn	12,2	3,2	12,2
Kn	19,9	9,0	19,9	Kn	59,5	190,3	59,4
Kn	20,8	13,1	20,8	Kn	53,8	146,9	53,8
Kn	14,7	4,7	14,7	Kn	54,0	148,0	54,0
Kn	7,3	1,2	7,3	Kn	34,2	45,4	34,2
Kn	2,4	0,1	2,4	Kn	54,8	153,4	54,8
Kn	26,5	12,8	26,5	Kn	26,8	24,4	26,8
Kn	9,6	1,2	9,6	Kn	40,1	68,6	39,9
Kn	13,7	2,0	13,7	Kn	34,8	47,7	34,8
Kn	12,5	1,7	12,5	Kn	31,5	36,8	30,3
Kn	12,4	1,9	12,4	Kn	21,3	13,5	21,3
Kn	13,2	3,5	13,2	Kn	21,2	13,3	21,2
Kn	13,8	3,8	13,8	Kn	45,9	97,4	45,9
Kn	14,0	2,8	14,0	Kn	5,5	0,4	5,5

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 52' de gösterilmiştir.

Tablo 52. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	16,0	14,9	16,0
Kn	20,3	8,7	20,3
Kn	15,1	4,9	15,1

Tablo 52'nin devamı

Kn	30,8	45,3	29,6
Kn	24,2	16,0	24,2
Kn	30,3	35,2	29,3
Kn	19,9	21,7	19,9
Kn	8,5	1,7	8,5
Kn	6,0	0,6	6,1
Kn	33,1	18,1	32,7
Kn	37,6	58,1	36,2
Kn	42,1	77,8	43,9
Kn	23,0	16,4	23,1

Toplam Kabuk Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Kabuk Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Kabuk Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 53).

Tablo 53. Toplam kabuk biyokütle tablosu

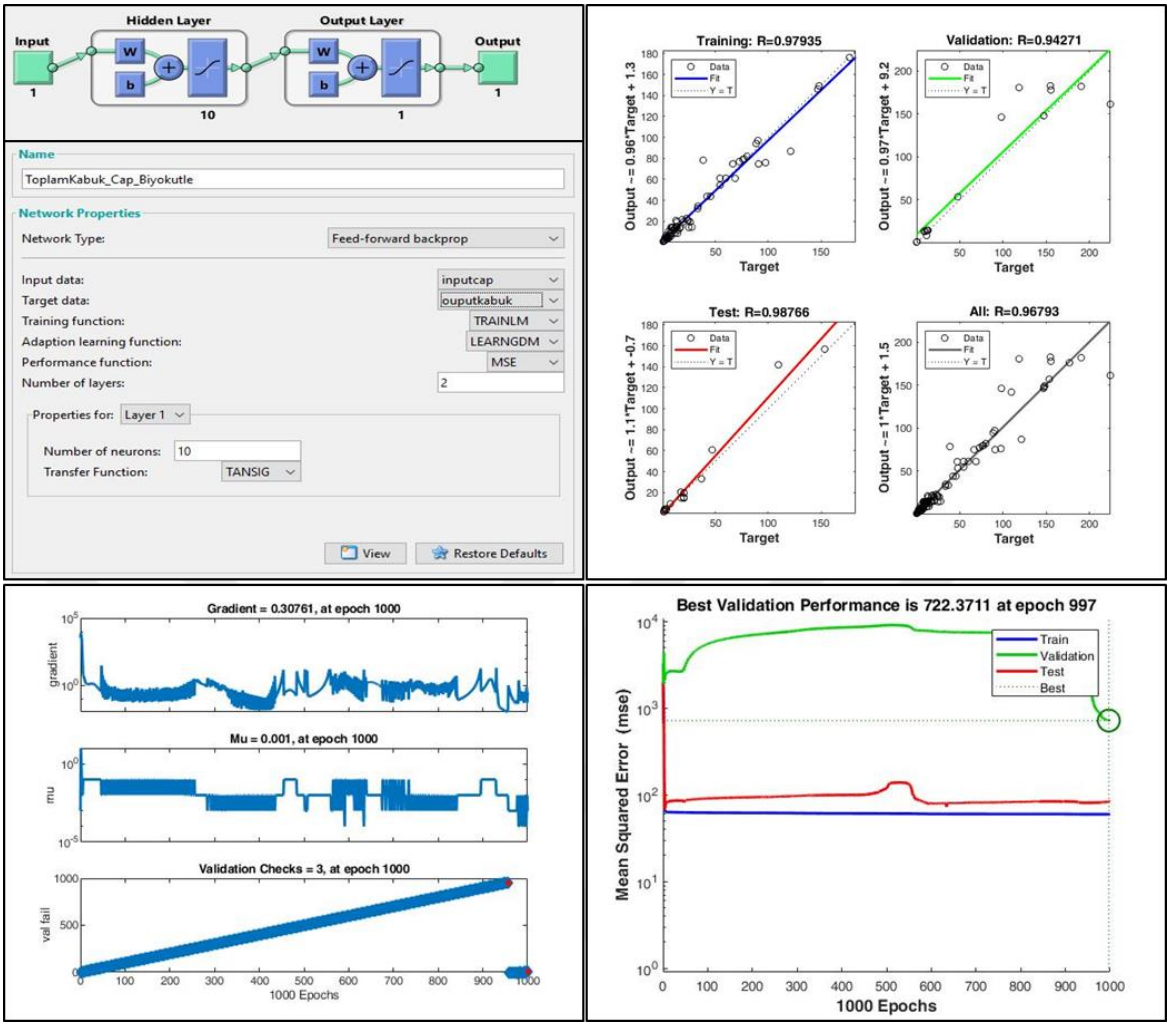
Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	2,4
4-8	6	6,1
8-12	10	10,0
12-16	14	14,0
16-20	18	18,0
20-24	22	22,0
24-28	26	26,0
28-32	30	29,1
32-36	34	34,0
36-40	38	36,4
40-44	42	43,7
44-48	46	46,0
48-52	50	50,0
52-56	54	54,0

Tablo53'ün devamı

56-60	58	58,1
60-64	62	59,5
64-68	66	59,5
68-72	70	59,5

- Karaçam + Kayın (Model-2, d)

Toplam Kabuk Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 12' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve bu üst sınıra ulaştığı için eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %96,8 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 997 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 12. Toplam kabuk biyokütle YSA model istatistik verileri

Toplam Kabuk Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 54'te sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %96,8'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 54. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	22,7	22,7	Kn	30,7	18,6	21,7
Çk	59,8	154,6	182,6	Kn	16,4	14,3	8,6
Çk	40,6	59,8	61,0	Kn	20,7	27,7	14,5
Çk	53,6	109,6	141,8	Kn	16,3	11,6	8,4
Çk	34,2	42,1	43,7	Kn	15,2	3,4	6,5

Tablo 54’ün devamı

Çk	34,9	54,4	54,4	Kn	21,1	13,5	14,8
Çk	58,2	155,3	177,8	Kn	19,4	16,3	13,3
Çk	24,8	13,6	19,3	Kn	47,4	38,5	78,3
Çk	20,7	10,0	14,5	Kn	20,3	13,2	14,1
Çk	20,7	16,9	14,5	Kn	20,3	24,8	14,1
Çk	24,9	26,3	19,4	Kn	17,8	9,4	11,1
Çk	22,1	20,2	15,4	Kn	14,0	4,9	4,6
Çk	20,3	11,8	14,1	Kn	14,8	8,0	5,8
Çk	25,9	17,4	20,5	Kn	21,4	17,6	15,0
Çk	28,2	23,7	21,0	Kn	16,1	11,4	8,1
Çk	18,0	14,5	11,4	Kn	19,9	9,0	13,8
Çk	6,2	0,9	1,0	Kn	20,8	13,1	14,5
Çk	31,4	33,3	32,2	Kn	14,7	4,7	5,6
Çk	63,0	224,0	161,3	Kn	7,3	1,2	1,3
Çk	20,3	7,8	14,1	Kn	2,4	0,1	0,3
Çk	19,2	8,5	13,0	Kn	26,5	12,8	20,8
Çk	17,3	5,6	10,2	Kn	9,6	1,2	1,7
Çk	21,0	20,1	14,7	Kn	13,7	2,0	4,2
Çk	21,6	13,9	15,1	Kn	12,5	1,7	3,0
Çk	18,1	11,0	11,6	Kn	12,4	1,9	3,0
Çk	21,0	12,6	14,7	Kn	13,2	3,5	3,7
Çk	13,5	6,0	4,0	Kn	13,8	3,8	4,4
Çk	16,8	7,4	9,4	Kn	14,0	2,8	4,6
Çk	16,5	8,4	8,8	Kn	9,5	1,6	1,7
Çk	19,4	11,7	13,3	Kn	5,7	0,7	0,8
Çk	25,1	20,0	19,7	Kn	10,0	1,6	1,8
Çk	5,5	0,8	0,8	Kn	7,5	1,5	1,3
Çk	44,7	66,5	74,8	Kn	14,0	2,5	4,6
Çk	46,6	72,6	76,9	Kn	13,3	4,5	3,8
Çk	40,6	54,4	61,0	Kn	25,0	20,3	19,6
Çk	48,8	80,0	81,9	Kn	57,8	176,7	176,2
Çk	51,7	90,2	97,0	Kn	16,9	7,4	9,5
Çk	51,3	88,5	94,2	Kn	50,0	121,1	86,7
Çk	19,5	11,8	13,4	Kn	53,9	147,1	147,8
Çk	14,9	6,7	6,0	Kn	13,0	3,8	3,5
Çk	47,7	76,0	78,9	Kn	19,1	10,1	12,9
Çk	48,0	77,3	79,6	Kn	44,7	90,8	74,8
Çk	27,5	24,1	21,0	Kn	12,2	3,2	2,8
Çk	53,8	98,0	146,2	Kn	59,5	190,3	181,9
Çk	59,0	118,5	180,6	Kn	53,8	146,9	146,2
Çk	19,1	11,2	12,9	Kn	54,0	148,0	149,1
Çk	5,2	0,7	0,7	Kn	34,2	45,4	43,7

Tablo 54'ün devamı

Çk	32,2	33,6	34,4	Kn	54,8	153,4	156,8
Çk	8,6	2,2	1,5	Kn	26,8	24,4	20,9
Çk	20,3	12,8	14,1	Kn	40,1	68,6	60,9
Çk	37,8	46,9	60,7	Kn	34,8	47,7	53,2
				Kn	31,5	36,8	33,1
				Kn	21,3	13,5	14,9
				Kn	21,2	13,3	14,8
				Kn	45,9	97,4	75,9
				Kn	5,5	0,4	0,8

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 55' te gösterilmiştir.

Tablo 55. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	139,9	1,7
Çk	19,6	13,5	13,5
Çk	40,0	89,8	60,9
Çk	29,8	22,3	21,1
Çk	44,8	128,6	74,8
Çk	46,5	123,8	76,7
Çk	10,7	4,8	2,0
Çk	10,5	1,1	2,0
Çk	2,6	0,1	0,3
Çk	40,2	53,3	60,9
Çk	22,5	15,8	15,8
Çk	9,1	2,4	1,6
Kn	16,0	14,9	7,9
Kn	20,3	8,7	14,1
Kn	15,1	4,9	6,3
Kn	30,8	45,3	22,1
Kn	24,2	16,0	18,2
Kn	30,3	35,2	21,1
Kn	19,9	21,7	13,8
Kn	8,5	1,7	1,5
Kn	6,0	0,6	0,9
Kn	33,1	18,1	35,2
Kn	37,6	58,1	60,7
Kn	42,1	77,8	62,8
Kn	23,0	16,4	16,3

Toplam Kabuk Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Kabuk Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Kabuk Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 56).

Tablo 56. Toplam kabuk biyokütle (Çk+Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	0,3
4-8	6	0,9
8-12	10	1,5
12-16	14	1,8
16-20	18	2,5
20-24	22	4,6
24-28	26	11,4
28-32	30	15,4
32-36	34	20,5
36-40	38	21,1
40-44	42	41,0
44-48	46	60,7
48-52	50	62,4
52-56	54	76,0
56-60	58	86,7
60-64	62	149,1
64-68	66	177,0
68-72	70	181,1

- Karaçam (Model-1, d/h)

Karaçam türü için Kabuk Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 916 eğitim tamamlanmıştır.

Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 84 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 57'de sunulmuştur.

Tablo 57. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	29,7	22,7	63,6	Çk	21,0	12,1	12,6	21,0
Çk	59,8	25,1	154,6	59,8	Çk	13,5	11,6	6,0	13,6
Çk	40,6	23,1	59,8	40,6	Çk	16,8	10,6	7,4	16,8
Çk	53,6	24,5	109,6	53,6	Çk	16,5	13,5	8,4	16,5
Çk	34,2	23,8	42,1	34,2	Çk	19,4	14,1	11,7	19,4
Çk	34,9	23,2	54,4	34,9	Çk	25,1	17,0	20,0	25,1
Çk	58,2	28,3	155,3	58,4	Çk	5,5	5,8	0,8	5,4
Çk	24,8	14,5	13,6	24,8	Çk	44,7	25,5	66,5	44,7
Çk	20,7	15,3	10,0	20,7	Çk	46,6	26,3	72,6	46,6
Çk	20,7	18,7	16,9	20,7	Çk	40,6	23,8	54,4	40,6
Çk	24,9	19,2	26,3	24,9	Çk	48,8	27,1	80,0	48,8
Çk	22,1	16,8	20,2	22,1	Çk	51,7	28,3	90,2	51,7
Çk	20,3	15,6	11,8	20,3	Çk	51,3	28,1	88,5	51,3
Çk	25,9	15,9	17,4	25,9	Çk	19,5	14,2	11,8	19,5
Çk	28,2	20,2	23,7	28,2	Çk	14,9	11,7	6,7	14,9
Çk	18,0	15,2	14,5	18,0	Çk	47,7	26,7	76,0	47,7
Çk	6,2	9,2	0,9	6,2	Çk	48,0	26,8	77,3	48,0
Çk	31,4	24,8	33,3	31,4	Çk	27,5	18,1	24,1	27,5
Çk	63,0	33,0	224,0	63,0	Çk	53,8	29,1	98,0	53,9
Çk	20,3	13,1	7,8	20,3	Çk	59,0	31,0	118,5	59,4
Çk	19,2	16,3	8,5	19,2	Çk	19,1	13,9	11,2	19,1
Çk	17,3	11,6	5,6	17,3	Çk	5,2	5,6	0,7	5,3
Çk	21,0	17,3	20,1	21,0	Çk	32,2	20,2	33,6	32,2
Çk	21,6	13,5	13,9	21,6	Çk	8,6	8,0	2,2	8,6
Çk	18,1	14,0	11,0	18,1	Çk	20,3	14,6	12,8	20,3
					Çk	37,8	22,7	46,9	37,8

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 58' de gösterilmiştir.

Tablo 58. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	67,0	32,9	139,9	64,4
Çk	19,6	14,7	13,5	19,6
Çk	40,0	26,6	89,8	40,0
Çk	29,8	19,4	22,3	29,8
Çk	44,8	22,5	128,6	44,8
Çk	46,5	30,0	123,8	46,8
Çk	10,7	10,2	4,8	11,0
Çk	10,5	6,0	1,1	13,0
Çk	2,6	2,6	0,1	5,2
Çk	40,2	23,6	53,3	40,2
Çk	22,5	15,7	15,8	22,5
Çk	9,1	8,2	2,4	9,3

Toplam Dal Biyokütlesi için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

- Kayın (Model-1, d/h)

Kayın türü için Kabuk Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 976 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 24 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 59'da sunulmuştur.

Tablo 59. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	30,7	27,3	18,6	30,8	Kn	9,5	10,8	1,6	9,5
Kn	16,4	21,4	14,3	16,4	Kn	5,7	11,7	0,7	6,1
Kn	20,7	19,5	27,7	20,5	Kn	10,0	11,0	1,6	9,9
Kn	16,3	17,3	11,6	16,3	Kn	7,5	12,2	1,5	7,6
Kn	15,2	11,9	3,4	15,5	Kn	14,0	15,7	2,5	14,1
Kn	21,1	15,6	13,5	21,0	Kn	13,3	16,1	4,5	13,5
Kn	19,4	17,1	16,3	19,5	Kn	25,0	19,4	20,3	25,1
Kn	47,4	35,1	38,5	47,5	Kn	57,8	32,9	176,7	58,0
Kn	20,3	13,7	13,2	20,1	Kn	16,9	15,2	7,4	17,0
Kn	20,3	17,2	24,8	20,4	Kn	50,0	30,0	121,1	49,8
Kn	17,8	13,9	9,4	17,8	Kn	53,9	31,5	147,1	54,3
Kn	14,0	16,6	4,9	14,1	Kn	13,0	12,9	3,8	13,0
Kn	14,8	14,0	8,0	14,8	Kn	19,1	16,4	10,1	19,2
Kn	21,4	18,5	17,6	21,4	Kn	44,7	28,0	90,8	44,8
Kn	16,1	14,1	11,4	16,1	Kn	12,2	12,4	3,2	12,1
Kn	19,9	12,8	9,0	19,9	Kn	59,5	33,5	190,3	58,8
Kn	20,8	18,6	13,1	20,8	Kn	53,8	31,5	146,9	54,1
Kn	14,7	14,5	4,7	14,7	Kn	54,0	31,5	148,0	54,5
Kn	7,3	9,6	1,2	7,4	Kn	34,2	23,6	45,4	34,2
Kn	2,4	3,8	0,1	2,6	Kn	54,8	31,8	153,4	55,4
Kn	26,5	20,4	12,8	26,6	Kn	26,8	20,3	24,4	26,9
Kn	9,6	11,8	1,2	9,5	Kn	40,1	26,1	68,6	40,5
Kn	13,7	13,2	2,0	13,7	Kn	34,8	23,9	47,7	34,8
Kn	12,5	11,2	1,7	12,8	Kn	31,5	22,4	36,8	31,5
Kn	12,4	12,1	1,9	12,4	Kn	21,3	17,6	13,5	21,4
Kn	13,2	14,4	3,5	13,3	Kn	21,2	17,5	13,3	21,3
Kn	13,8	13,1	3,8	13,8	Kn	45,9	28,5	97,4	45,9
Kn	14,0	13,2	2,8	14,0	Kn	5,5	7,5	0,4	5,6

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 60’ da gösterilmiştir.

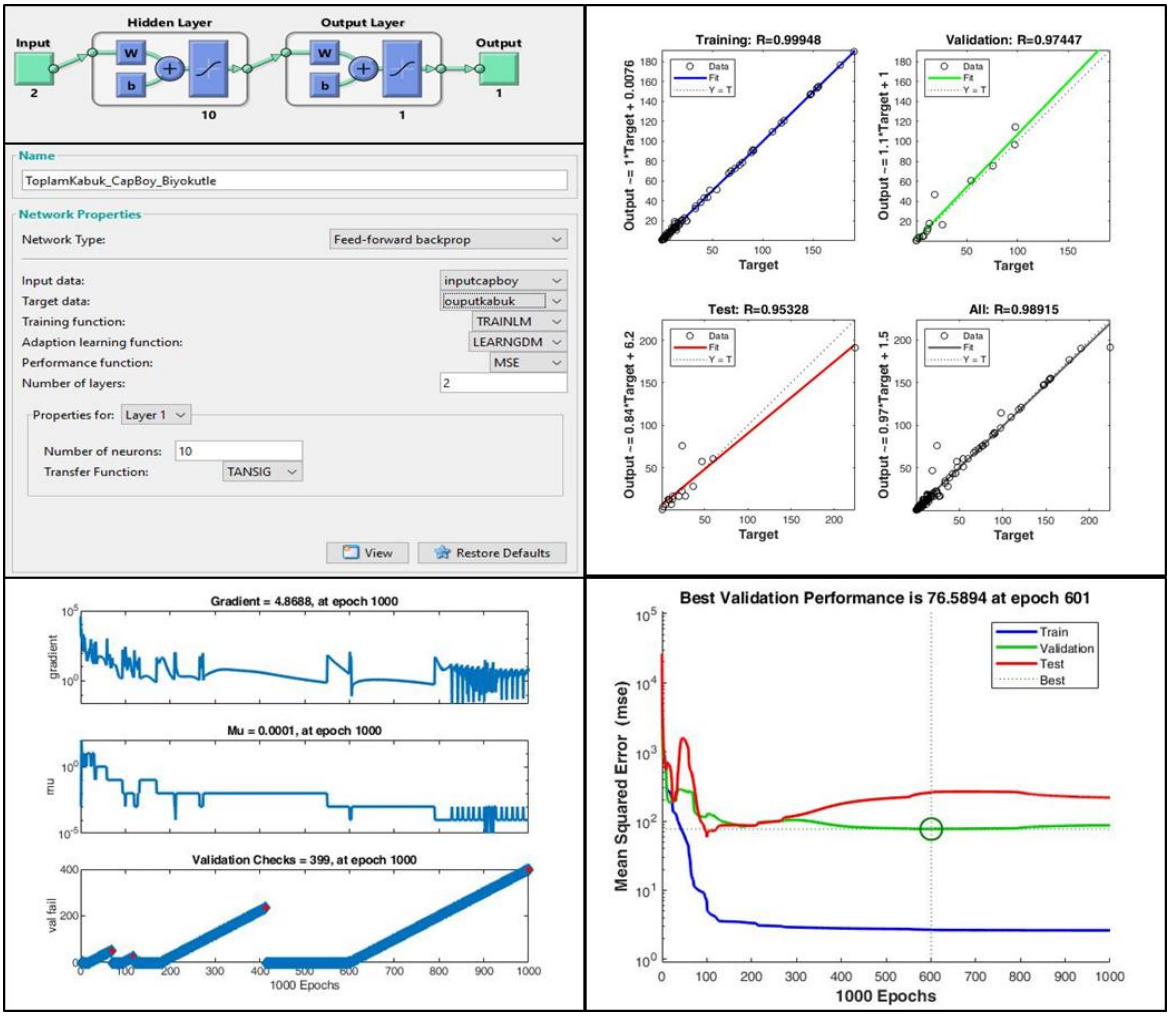
Tablo 60. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	16,0	22,00	14,9	16,5
Kn	20,3	19,38	8,7	20,1
Kn	15,1	15,44	4,9	15,2
Kn	30,8	25,78	45,3	30,8
Kn	24,2	19,45	16,0	24,3
Kn	30,3	20,93	35,2	30,1
Kn	19,9	22,82	21,7	19,4
Kn	8,5	6,80	1,7	8,7
Kn	6,0	7,99	0,6	6,2
Kn	33,1	18,37	18,1	30,7
Kn	37,6	25,1	58,1	37,8
Kn	42,1	26,9	77,8	42,5
Kn	23,0	18,4	16,4	23,1

Toplam Kabuk Biyokütlesi için aynı çap/boy verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

- Karaçam + Kayın (Model-1, d/h)

Toplam Kabuk Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 13' te oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve bu üst sınıra ulaştığı için eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %98,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 601 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 13. Toplam kabuk biyokütle YSA model istatistik verileri

Toplam Kabuk Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap/boy verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 61'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %98,9'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 61. Toplam kabuk biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	29,7	22,7	22,7	Kn	30,7	27,3	18,6	46,7
Çk	59,8	25,1	154,6	154,6	Kn	16,4	21,4	14,3	14,6
Çk	40,6	23,1	59,8	60,6	Kn	20,7	19,5	27,7	16,9
Çk	53,6	24,5	109,6	109,4	Kn	16,3	17,3	11,6	11,1
Çk	34,2	23,8	42,1	42,9	Kn	15,2	11,9	3,4	5,1

Tablo 61'in devamı

Çk	34,9	23,2	54,4	51,2	Kn	21,1	15,6	13,5	12,7
Çk	58,2	28,3	155,3	155,1	Kn	19,4	17,1	16,3	18,3
Çk	24,8	14,5	13,6	14,0	Kn	47,4	35,1	38,5	38,4
Çk	20,7	15,3	10,0	13,0	Kn	20,3	13,7	13,2	12,9
Çk	20,7	18,7	16,9	16,8	Kn	20,3	17,2	24,8	19,7
Çk	24,9	19,2	26,3	16,5	Kn	17,8	13,9	9,4	9,6
Çk	22,1	16,8	20,2	20,0	Kn	14,0	16,6	4,9	6,8
Çk	20,3	15,6	11,8	13,1	Kn	14,8	14,0	8,0	5,3
Çk	25,9	15,9	17,4	15,8	Kn	21,4	18,5	17,6	15,7
Çk	28,2	20,2	23,7	22,6	Kn	16,1	14,1	11,4	7,0
Çk	18,0	15,2	14,5	10,3	Kn	19,9	12,8	9,0	12,3
Çk	6,2	9,2	0,9	0,8	Kn	20,8	18,6	13,1	16,7
Çk	31,4	24,8	33,3	32,1	Kn	14,7	14,5	4,7	5,2
Çk	63,0	33,0	224,0	191,4	Kn	7,3	9,6	1,2	0,9
Çk	20,3	13,1	7,8	12,7	Kn	2,4	3,8	0,1	0,5
Çk	19,2	16,3	8,5	9,3	Kn	26,5	20,4	12,8	19,1
Çk	17,3	11,6	5,6	7,7	Kn	9,6	11,8	1,2	1,6
Çk	21,0	17,3	20,1	20,7	Kn	13,7	13,2	2,0	4,0
Çk	21,6	13,5	13,9	12,3	Kn	12,5	11,2	1,7	2,8
Çk	18,1	14,0	11,0	10,2	Kn	12,4	12,1	1,9	2,9
Çk	21,0	12,1	12,6	12,3	Kn	13,2	14,4	3,5	3,5
Çk	13,5	11,6	6,0	3,5	Kn	13,8	13,1	3,8	4,1
Çk	16,8	10,6	7,4	6,5	Kn	14,0	13,2	2,8	4,3
Çk	16,5	13,5	8,4	7,3	Kn	9,5	10,8	1,6	1,5
Çk	19,4	14,1	11,7	12,3	Kn	5,7	11,7	0,7	0,7
Çk	25,1	17,0	20,0	20,1	Kn	10,0	11,0	1,6	1,6
Çk	5,5	5,8	0,8	0,7	Kn	7,5	12,2	1,5	1,1
Çk	44,7	25,5	66,5	67,6	Kn	14,0	15,7	2,5	1,2
Çk	46,6	26,3	72,6	72,5	Kn	13,3	16,1	4,5	4,3
Çk	40,6	23,8	54,4	60,6	Kn	25,0	19,4	20,3	16,6
Çk	48,8	27,1	80,0	78,5	Kn	57,8	32,9	176,7	176,6
Çk	51,7	28,3	90,2	91,2	Kn	16,9	15,2	7,4	8,1
Çk	51,3	28,1	88,5	88,5	Kn	50,0	30,0	121,1	120,9
Çk	19,5	14,2	11,8	12,5	Kn	53,9	31,5	147,1	147,1
Çk	14,9	11,7	6,7	4,7	Kn	13,0	12,9	3,8	3,4
Çk	47,7	26,7	76,0	75,4	Kn	19,1	16,4	10,1	10,2
Çk	48,0	26,8	77,3	76,1	Kn	44,7	28,0	90,8	90,4
Çk	27,5	18,1	24,1	76,0	Kn	12,2	12,4	3,2	2,8
Çk	53,8	29,1	98,0	114,3	Kn	59,5	33,5	190,3	190,2
Çk	59,0	31,0	118,5	118,3	Kn	53,8	31,5	146,9	146,7
Çk	19,1	13,9	11,2	11,8	Kn	54,0	31,5	148,0	147,7
Çk	5,2	5,6	0,7	0,6	Kn	34,2	23,6	45,4	43,4

Tablo 61'in devamı

Çk	32,2	20,2	33,6	34,6	Kn	54,8	31,8	153,4	153,2
Çk	8,6	8,0	2,2	1,1	Kn	26,8	20,3	24,4	19,7
Çk	20,3	14,6	12,8	13,1	Kn	40,1	26,1	68,6	69,9
Çk	37,8	22,7	46,9	57,4	Kn	34,8	23,9	47,7	50,5
					Kn	31,5	22,4	36,8	28,1
					Kn	21,3	17,6	13,5	17,2
					Kn	21,2	17,5	13,3	17,9
					Kn	45,9	28,5	97,4	96,7
					Kn	5,5	7,5	0,4	0,7

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 62' de gösterilmiştir.

Tablo 62. Toplam kabuk biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	139,9	189,9	Kn	16,0	22,0	14,9	14,9
Çk	19,6	14,7	13,5	12,7	Kn	20,3	19,4	8,7	17,4
Çk	40,0	26,6	89,8	74,3	Kn	15,1	15,4	4,9	2,7
Çk	29,8	19,4	22,3	32,1	Kn	30,8	25,8	45,3	35,6
Çk	44,8	22,5	128,6	106,8	Kn	24,2	19,5	16,0	15,3
Çk	46,5	30,0	123,8	119,5	Kn	30,3	20,9	35,2	26,5
Çk	10,7	10,2	4,8	1,8	Kn	19,9	22,8	21,7	21,3
Çk	10,5	6,0	1,1	1,4	Kn	8,5	6,8	1,7	1,0
Çk	2,6	2,6	0,1	0,5	Kn	6,0	8,0	0,6	0,7
Çk	40,2	23,6	53,3	60,1	Kn	33,1	18,4	18,1	150,6
Çk	22,5	15,7	15,8	11,6	Kn	37,6	25,1	58,1	61,5
Çk	9,1	8,2	2,4	1,2	Kn	42,1	26,9	77,8	77,8
					Kn	23,0	18,4	16,4	14,6

Toplam Kabuk Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA'dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.1.4. Gövde Odunu Biyokütle Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Karaçam ağaç türü için Gövde Odunu Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 985 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,1 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 15 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 63' de sunulmuştur.

Tablo 63. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	1.820,4	1.849,1	Çk	21,0	71,8	110,7
Çk	59,8	1.676,3	1.581,3	Çk	13,5	33,4	31,6
Çk	40,6	660,7	567,2	Çk	16,8	34,5	45,0
Çk	53,6	882,6	877,8	Çk	16,5	49,8	42,7
Çk	34,2	490,8	448,4	Çk	19,4	75,1	92,0
Çk	34,9	478,3	452,1	Çk	25,1	141,0	157,2
Çk	58,2	1.458,2	1.424,9	Çk	5,5	3,4	8,7
Çk	24,8	128,9	152,0	Çk	44,7	573,9	569,0
Çk	20,7	97,1	108,3	Çk	46,6	636,3	586,0
Çk	20,7	142,6	108,3	Çk	40,6	454,4	567,2
Çk	24,9	201,5	153,7	Çk	48,8	712,7	735,8
Çk	22,1	165,4	119,3	Çk	51,7	820,7	820,9
Çk	20,3	138,6	104,5	Çk	51,3	802,8	815,6
Çk	25,9	154,4	173,8	Çk	19,5	76,2	93,7
Çk	28,2	226,3	239,4	Çk	14,9	39,4	36,4
Çk	18,0	102,0	62,4	Çk	47,7	671,4	640,3
Çk	6,2	6,2	9,8	Çk	48,0	684,6	665,3
Çk	31,4	350,4	319,6	Çk	27,5	175,3	217,7
Çk	63,0	1.851,8	1842,3	Çk	53,8	904,2	889,8
Çk	20,3	92,3	104,5	Çk	59,0	1.128,7	1.497,3
Çk	19,2	98,6	88,3	Çk	19,1	71,7	86,3
Çk	17,3	48,5	50,6	Çk	5,2	3,0	8,2
Çk	21,0	160,5	110,7	Çk	32,2	258,1	335,6

Tablo 63'ün devamı

Çk	21,6	80,2	115,1	Çk	8,6	10,4	11,9
Çk	18,1	69,2	64,5	Çk	20,3	83,9	104,5
				Çk	37,8	382,3	459,5

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 64' de gösterilmiştir.

Tablo 64. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	3.290,2	1.850,0
Çk	19,6	83,6	95,4
Çk	40,0	639,3	566,2
Çk	29,8	233,8	285,9
Çk	44,8	780,9	569,2
Çk	46,5	867,8	583,7
Çk	10,7	18,9	15,8
Çk	10,5	10,8	15,1
Çk	2,6	0,7	5,0
Çk	40,2	443,0	566,8
Çk	22,5	107,0	123,2
Çk	9,1	11,7	12,4

Toplam Gövde Odunu Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Gövde Odunu Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Gövde Odunu Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 65).

Tablo 65. Toplam gövde odunu biyokütle tablosu

Çap Kademesi (cm)	Çap Kademesi Ortası (cm)	Biyokütle (kg)
0-4	2	4,7
4-8	6	9,5
8-12	10	13,8
12-16	14	33,7
16-20	18	62,4
20-24	22	118,4
24-28	26	176,2
28-32	30	291,0
32-36	34	447,1
36-40	38	460,1
40-44	42	567,6
44-48	46	575,6
48-52	50	795,2
52-56	54	903,6
56-60	58	1.406,3
60-64	62	1.816,3
64-68	66	1.849,9
68-72	70	1.850,1

- Kayın (Model-1, d)

Kayın ağaç türü için Gövde Odunu Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 364 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %98,1 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 636 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 66' da sunulmuştur.

Tablo 66. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	30,7	542,4	542,8	Kn	9,5	20,0	16,5
Kn	16,4	159,5	101,7	Kn	5,7	8,7	10,7

Tablo 66'nın devamı

Kn	20,7	254,3	220,4	Kn	10,0	25,1	18,4
Kn	16,3	98,0	100,2	Kn	7,5	15,2	12,2
Kn	15,2	48,9	82,3	Kn	14,0	72,3	61,1
Kn	21,1	112,2	225,2	Kn	13,3	58,9	49,7
Kn	19,4	158,8	131,8	Kn	25,0	329,4	383,1
Kn	47,4	584,3	1025,7	Kn	57,8	2422,8	2426,7
Kn	20,3	98,6	161,6	Kn	16,9	111,7	108,5
Kn	20,3	217,5	161,6	Kn	50,0	1743,8	1056,0
Kn	17,8	78,0	118,8	Kn	53,9	2066,0	2049,4
Kn	14,0	78,9	61,1	Kn	13,0	49,8	45,2
Kn	14,8	67,4	75,2	Kn	19,1	159,2	129,4
Kn	21,4	182,5	186,4	Kn	44,7	1351,4	1024,3
Kn	16,1	88,8	97,2	Kn	12,2	40,2	34,9
Kn	19,9	128,1	139,9	Kn	59,5	2582,0	2577,7
Kn	20,8	206,8	236,2	Kn	53,8	2064,0	2018,2
Kn	14,7	61,2	73,4	Kn	54,0	2077,9	2078,2
Kn	7,3	10,0	12,0	Kn	34,2	718,4	927,8
Kn	2,4	0,6	9,9	Kn	54,8	2143,1	2233,4
Kn	26,5	385,8	389,4	Kn	26,8	395,4	391,5
Kn	9,6	24,2	16,8	Kn	40,1	1050,1	1023,1
Kn	13,7	49,7	56,1	Kn	34,8	751,8	960,8
Kn	12,5	38,7	38,5	Kn	31,5	588,3	632,4
Kn	12,4	43,8	37,2	Kn	21,3	216,7	191,0
Kn	13,2	52,3	48,2	Kn	21,2	212,9	205,7
Kn	13,8	42,4	57,8	Kn	45,9	1438,4	1024,5
Kn	14,0	57,3	61,1	Kn	5,5	6,0	10,6

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 67' de gösterilmiştir.

Tablo 67. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Kn	16,0	139,3	95,6
Kn	20,3	184,3	161,6
Kn	15,1	72,6	80,5
Kn	30,8	584,5	552,7
Kn	24,2	257,5	381,0
Kn	30,3	387,0	507,1
Kn	19,9	220,8	139,9

Tablo 67'nin devamı

Kn	8,5	13,3	13,8
Kn	6,0	9,1	10,9
Kn	33,1	196,5	832,0
Kn	37,6	901,8	1.016,6
Kn	42,1	1.176,0	1.024,0
Kn	23,0	265,6	375,4

Toplam Gövde Odunu Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

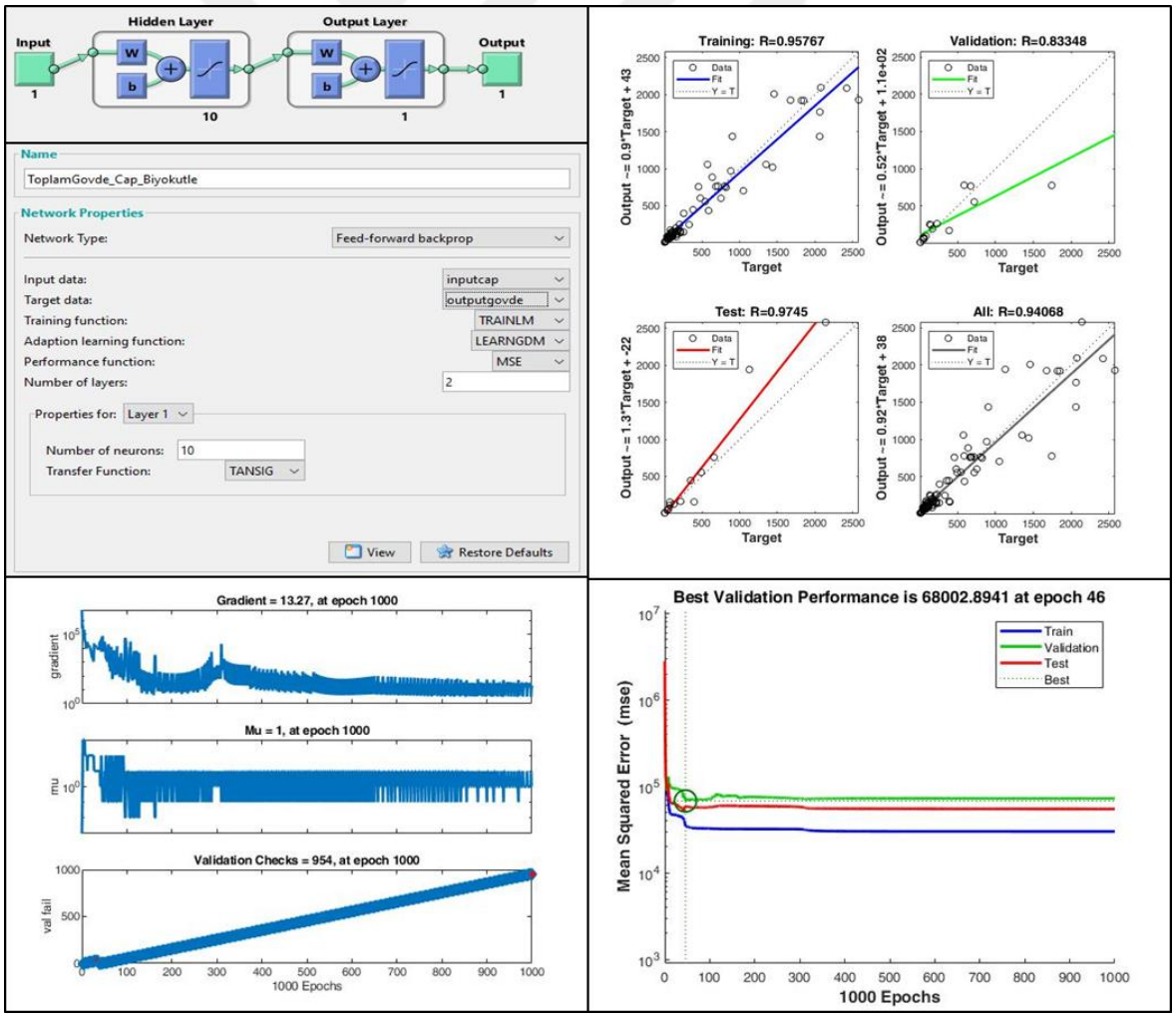
Toplam Gövde Odunu Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Gövde Odunu Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 68).

Tablo 68. Toplam gövde odunu biyokütle tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	9,9
4-8	6	10,9
8-12	10	18,4
12-16	14	61,1
16-20	18	120,7
20-24	22	301,6
24-28	26	386,7
28-32	30	484,6
32-36	34	913,9
36-40	38	1.018,6
40-44	42	1.024,0
44-48	46	1.024,5
48-52	50	1.056,0
52-56	54	2.078,2
56-60	58	2.447,6
60-64	62	2.579,0
64-68	66	2.582,0
68-72	70	2.582,0

- Karaçam + Kayın (Model-2, d)

Toplam Gövde Odunu Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 14' te oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 954 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %94,1 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 46 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 14. Toplam gövde odunu biyokütle YSA model istatistik verileri

Toplam Gövde Odunu Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 69'da sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %94,1'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 69. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	1.820,4	1.922,1	Kn	30,7	542,4	556,4
Çk	59,8	1.676,3	1.926,3	Kn	16,4	159,5	79,6
Çk	40,6	660,7	757,1	Kn	20,7	254,3	144,2
Çk	53,6	882,6	969,5	Kn	16,3	98,0	78,8
Çk	34,2	490,8	553,3	Kn	15,2	48,9	70,5
Çk	34,9	478,3	602,2	Kn	21,1	112,2	155,8
Çk	58,2	1.458,2	2.009,9	Kn	19,4	158,8	115,0
Çk	24,8	128,9	250,0	Kn	47,4	584,3	777,3
Çk	20,7	97,1	144,2	Kn	20,3	98,6	133,9
Çk	20,7	142,6	144,2	Kn	20,3	217,5	133,9
Çk	24,9	201,5	247,6	Kn	17,8	78,0	92,4
Çk	22,1	165,4	190,1	Kn	14,0	78,9	60,5
Çk	20,3	138,6	133,9	Kn	14,8	67,4	67,4
Çk	25,9	154,4	199,6	Kn	21,4	182,5	165,3
Çk	28,2	226,3	259,9	Kn	16,1	88,8	77,3
Çk	18,0	102,0	94,6	Kn	19,9	128,1	124,8
Çk	6,2	6,2	7,2	Kn	20,8	206,8	147,0
Çk	31,4	350,4	444,7	Kn	14,7	61,2	66,6
Çk	63,0	1.851,8	1.921,7	Kn	7,3	10,0	9,5
Çk	20,3	92,3	133,9	Kn	2,4	0,6	8,7
Çk	19,2	98,6	111,5	Kn	26,5	385,8	166,5
Çk	17,3	48,5	87,3	Kn	9,6	24,2	21,2
Çk	21,0	160,5	152,7	Kn	13,7	49,7	57,5
Çk	21,6	80,2	172,0	Kn	12,5	38,7	44,6
Çk	18,1	69,2	95,8	Kn	12,4	43,8	43,5
Çk	21,0	71,8	152,7	Kn	13,2	52,3	52,3
Çk	13,5	33,4	55,5	Kn	13,8	42,4	58,5
Çk	16,8	34,5	82,8	Kn	14,0	57,3	60,5
Çk	16,5	49,8	80,4	Kn	9,5	20,0	20,5
Çk	19,4	75,1	115,0	Kn	5,7	8,7	6,7
Çk	25,1	141,0	241,1	Kn	10,0	25,1	23,6
Çk	5,5	3,4	6,6	Kn	7,5	15,2	10,1

Tablo 69'un devamı

Çk	44,7	573,9	1.057,5	Kn	14,0	72,3	60,5
Çk	46,6	636,3	884,7	Kn	13,3	58,9	53,4
Çk	40,6	454,4	757,1	Kn	25,0	329,4	244,6
Çk	48,8	712,7	764,5	Kn	57,8	2.422,8	2.088,5
Çk	51,7	820,7	747,9	Kn	16,9	111,7	83,7
Çk	51,3	802,8	765,0	Kn	50,0	1.743,8	775,0
Çk	19,5	76,2	116,8	Kn	53,9	2.066,0	1.766,3
Çk	14,9	39,4	68,2	Kn	13,0	49,8	50,1
Çk	47,7	671,4	765,0	Kn	19,1	159,2	109,8
Çk	48,0	684,6	760,7	Kn	44,7	1.351,4	1.057,5
Çk	27,5	175,3	164,0	Kn	12,2	40,2	41,3
Çk	53,8	904,2	1.436,2	Kn	59,5	2.582,0	1.930,3
Çk	59,0	1.128,7	1.943,7	Kn	53,8	2.064,0	1.436,2
Çk	19,1	71,7	109,8	Kn	54,0	2.077,9	2.096,0
Çk	5,2	3,0	6,5	Kn	34,2	718,4	553,3
Çk	32,2	258,1	395,9	Kn	54,8	2.143,1	2.581,9
Çk	8,6	10,4	15,2	Kn	26,8	395,4	155,8
Çk	20,3	83,9	133,9	Kn	40,1	1.050,1	702,2
Çk	37,8	382,3	444,8	Kn	34,8	751,8	600,4
				Kn	31,5	588,3	433,7
				Kn	21,3	216,7	162,0
				Kn	21,2	212,9	158,9
				Kn	45,9	1.438,4	1.019,2
				Kn	5,5	6,0	6,6

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 70' de gösterilmiştir.

Tablo 70. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	3.290,2	1.922,4
Çk	19,6	83,6	118,7
Çk	40,0	639,3	690,9
Çk	29,8	233,8	674,1
Çk	44,8	780,9	1.060,2
Çk	46,5	867,8	905,7
Çk	10,7	18,9	28,2
Çk	10,5	10,8	26,9

Tablo 70'in devamı

Çk	2,6	0,7	8,2
Çk	40,2	443,0	713,4
Çk	22,5	107,0	205,3
Çk	9,1	11,7	18,1
Kn	16,0	139,3	76,5
Kn	20,3	184,3	133,9
Kn	15,1	72,6	69,8
Kn	30,8	584,5	537,7
Kn	24,2	257,5	254,4
Kn	30,3	387,0	629,2
Kn	19,9	220,8	124,8
Kn	8,5	13,3	14,7
Kn	6,0	9,1	7,0
Kn	33,1	196,5	431,8
Kn	37,6	901,8	429,1
Kn	42,1	1.176,0	899,3
Kn	23,0	265,6	224,3

Toplam Gövde Odunu Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Gövde Odunu Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Gövde Odunu Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 71).

Tablo 71. Toplam gövde odunu biyokütle (Çk+Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	7,0
4-8	6	10,0
8-12	10	23,6
12-16	14	60,5
16-20	18	94,6
20-24	22	186,4
24-28	26	193,6

Tablo 71'in devamı

28-32	30	462,9
32-36	34	529,8
36-40	38	666,5
40-44	42	775,0
44-48	46	891,0
48-52	50	1.004,5
52-56	54	1.921,5
56-60	58	1.922,3
60-64	62	1.922,7
64-68	66	2.043,8
68-72	70	2.096,0

- Karaçam (Model-1, d/h)

Karaçam türü için Gövde Odunu Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 177 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %91,7 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 823 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 72'de sunulmuştur.

Tablo 72. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	64,6	29,7	1.820,4	1.848,3	Çk	21,0	12,1	71,8	74,8
Çk	59,8	25,1	1.676,3	1.535,0	Çk	13,5	11,6	33,4	31,6
Çk	40,6	23,1	660,7	660,7	Çk	16,8	10,6	34,5	37,1
Çk	53,6	24,5	882,6	882,5	Çk	16,5	13,5	49,8	58,9
Çk	34,2	23,8	490,8	490,8	Çk	19,4	14,1	75,1	79,7
Çk	34,9	23,2	478,3	478,3	Çk	25,1	17,0	141,0	140,8
Çk	58,2	28,3	1.458,2	1.508,2	Çk	5,5	5,8	3,4	5,1
Çk	24,8	14,5	128,9	128,2	Çk	44,7	25,5	573,9	573,9
Çk	20,7	15,3	97,1	114,7	Çk	46,6	26,3	636,3	646,3
Çk	20,7	18,7	142,6	192,2	Çk	40,6	23,8	454,4	454,4
Çk	24,9	19,2	201,5	201,8	Çk	48,8	27,1	712,7	712,7
Çk	22,1	16,8	165,4	162,5	Çk	51,7	28,3	820,7	836,6

Tablo 72'nin devamı

Çk	20,3	15,6	138,6	112,6	Çk	51,3	28,1	802,8	802,8
Çk	25,9	15,9	154,4	154,9	Çk	19,5	14,2	76,2	82,1
Çk	28,2	20,2	226,3	226,3	Çk	14,9	11,7	39,4	39,5
Çk	18,0	15,2	102,0	86,0	Çk	47,7	26,7	671,4	685,2
Çk	6,2	9,2	6,2	6,4	Çk	48,0	26,8	684,6	694,0
Çk	31,4	24,8	350,4	1735,8	Çk	27,5	18,1	175,3	175,2
Çk	63,0	33,0	1.851,8	1.851,8	Çk	53,8	29,1	904,2	1.119,9
Çk	20,3	13,1	92,3	80,5	Çk	59,0	31,0	1.128,7	1.839,3
Çk	19,2	16,3	98,6	111,8	Çk	19,1	13,9	71,7	74,3
Çk	17,3	11,6	48,5	44,0	Çk	5,2	5,6	3,0	4,9
Çk	21,0	17,3	160,5	160,6	Çk	32,2	20,2	258,1	258,1
Çk	21,6	13,5	80,2	90,4	Çk	8,6	8,0	10,4	9,0
Çk	18,1	14,0	69,2	69,7	Çk	20,3	14,6	83,9	98,1
					Çk	37,8	22,7	382,3	382,3

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 73' de gösterilmiştir.

Tablo 73. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	3.290,2	1.851,8
Çk	19,6	14,7	83,6	88,9
Çk	40,0	26,6	639,3	55,8
Çk	29,8	19,4	233,8	134,9
Çk	44,8	22,5	780,9	1.346,6
Çk	46,5	30,0	867,8	514,1
Çk	10,7	10,2	18,9	15,7
Çk	10,5	6,0	10,8	11,8
Çk	2,6	2,6	0,7	3,8
Çk	40,2	23,6	443,0	450,2
Çk	22,5	15,7	107,0	128,1
Çk	9,1	8,2	11,7	10,0

Toplam Gövde Odunu Biyokütlesi için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

- Kayın (Model-1, d/h)

Kayın türü için Gövde Odunu Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 983 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %98,8 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 17 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 74'de sunulmuştur.

Tablo 74. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	30,7	27,3	542,4	541,5	Kn	9,5	10,8	20,0	22,2
Kn	16,4	21,4	159,5	160,0	Kn	5,7	11,7	8,7	13,7
Kn	20,7	19,5	254,3	198,1	Kn	10,0	11,0	25,1	24,4
Kn	16,3	17,3	98,0	104,7	Kn	7,5	12,2	15,2	18,8
Kn	15,2	11,9	48,9	50,8	Kn	14,0	15,7	72,3	66,4
Kn	21,1	15,6	112,2	167,5	Kn	13,3	16,1	58,9	62,0
Kn	19,4	17,1	158,8	158,2	Kn	25,0	19,4	329,4	323,5
Kn	47,4	35,1	584,3	1413,6	Kn	57,8	32,9	2.422,8	2.434,3
Kn	20,3	13,7	98,6	122,9	Kn	16,9	15,2	111,7	97,0
Kn	20,3	17,2	217,5	178,0	Kn	50,0	30,0	1.743,8	1.774,1
Kn	17,8	13,9	78,0	91,3	Kn	53,9	31,5	2.066,0	2.069,4
Kn	14,0	16,6	78,9	72,2	Kn	13,0	12,9	49,8	45,0
Kn	14,8	14,0	67,4	64,4	Kn	19,1	16,4	159,2	145,1
Kn	21,4	18,5	182,5	212,5	Kn	44,7	28,0	1.351,4	1.350,2
Kn	16,1	14,1	88,8	77,2	Kn	12,2	12,4	40,2	38,3
Kn	19,9	12,8	128,1	108,2	Kn	59,5	33,5	2.582,0	2.557,4
Kn	20,8	18,6	206,8	197,6	Kn	53,8	31,5	2.064,0	2.063,3
Kn	14,7	14,5	61,2	66,8	Kn	54,0	31,5	2.077,9	2.075,5
Kn	7,3	9,6	10,0	14,2	Kn	34,2	23,6	718,4	719,8
Kn	2,4	3,8	0,6	3,2	Kn	54,8	31,8	2.143,1	2.135,6
Kn	26,5	20,4	385,8	378,8	Kn	26,8	20,3	395,4	390,5
Kn	9,6	11,8	24,2	25,1	Kn	40,1	26,1	1.050,1	1.048,8
Kn	13,7	13,2	49,7	50,9	Kn	34,8	23,9	751,8	748,6
Kn	12,5	11,2	38,7	33,7	Kn	31,5	22,4	588,3	590,4
Kn	12,4	12,1	43,8	38,1	Kn	21,3	17,6	216,7	204,7
Kn	13,2	14,4	52,3	53,2	Kn	21,2	17,5	212,9	201,3

Tablo 74'ün devamı

Kn	13,8	13,1	42,4	50,8	Kn	45,9	28,5	1.438,4	1.435,1
Kn	14,0	13,2	57,3	52,9	Kn	5,5	7,5	6,0	8,2

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 75' de gösterilmiştir.

Tablo 75. Toplam gövde odunu biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

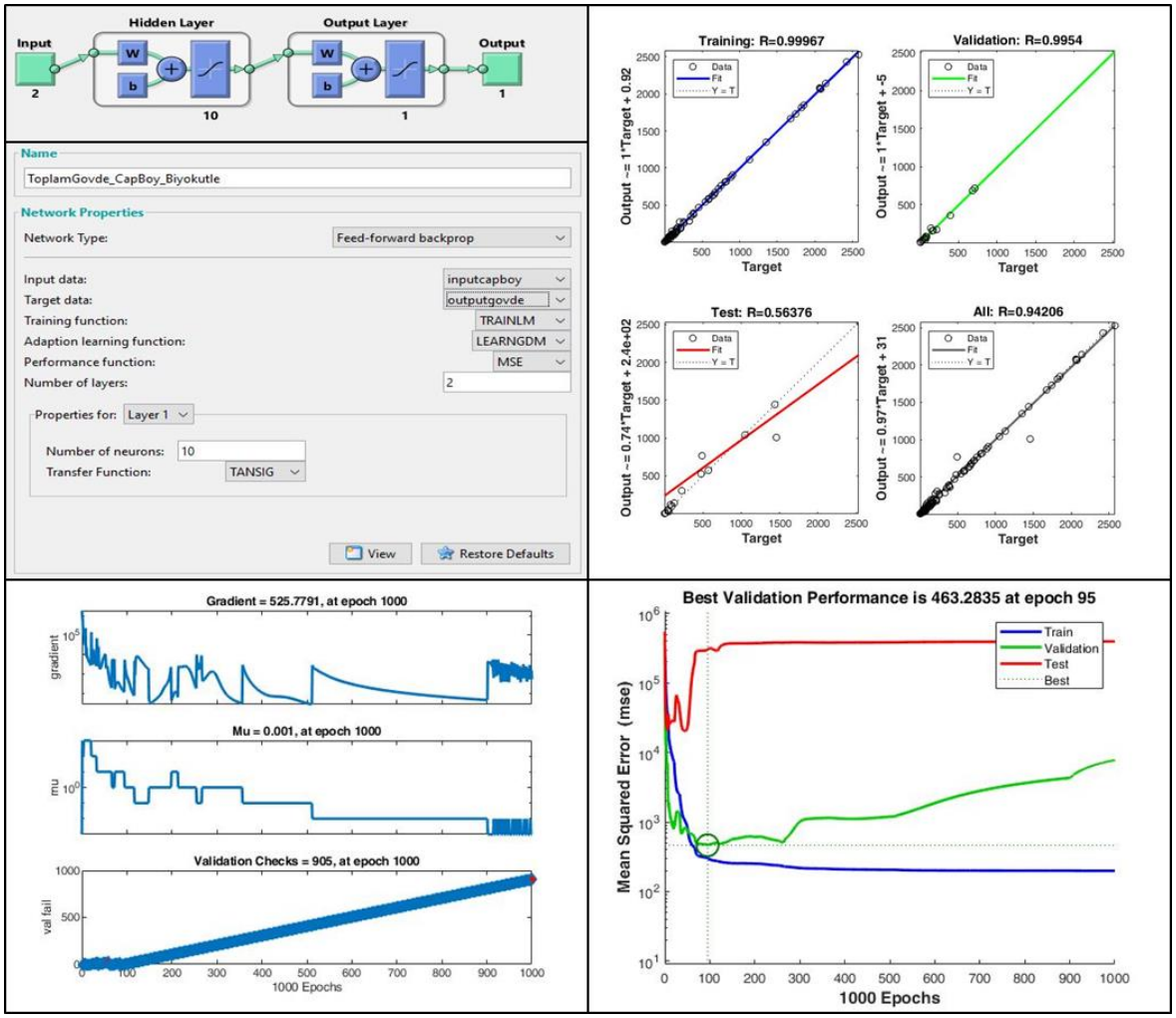
Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Kn	16,0	22,00	139,3	167,9
Kn	20,3	19,38	184,3	188,7
Kn	15,1	15,44	72,6	76,8
Kn	30,8	25,78	584,5	517,8
Kn	24,2	19,45	257,5	297,0
Kn	30,3	20,93	387,0	543,2
Kn	19,9	22,82	220,8	234,5
Kn	8,5	6,80	13,3	10,4
Kn	6,0	7,99	9,1	9,5
Kn	33,1	18,37	196,5	758,1
Kn	37,6	25,1	901,8	897,5
Kn	42,1	26,9	1.176,0	1.179,1
Kn	23,0	18,4	265,6	255,9

Toplam Gövde Odunu Biyokütlesi için aynı çap/boy verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

- Karaçam + Kayın (Model-1, d/h)

Toplam Gövde Odunu Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 15' te oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol

sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 905 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %94,2 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 95 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 15. Toplam gövde odunu biyokütle YSA model istatistik verileri

Toplam Gövde Odunu Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo

76’da sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %94,2’lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 76. Toplam gövde odunu biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	29,7	1.820,4	1.814,9	Kn	30,7	27,3	542,4	542,1
Çk	59,8	25,1	1.676,3	1.666,4	Kn	16,4	21,4	159,5	2.289,4
Çk	40,6	23,1	660,7	641,4	Kn	20,7	19,5	254,3	274,3
Çk	53,6	24,5	882,6	877,9	Kn	16,3	17,3	98,0	85,3
Çk	34,2	23,8	490,8	767,1	Kn	15,2	11,9	48,9	40,2
Çk	34,9	23,2	478,3	527,7	Kn	21,1	15,6	112,2	104,5
Çk	58,2	28,3	1.458,2	1.008,1	Kn	19,4	17,1	158,8	157,0
Çk	24,8	14,5	128,9	143,7	Kn	47,4	35,1	584,3	585,5
Çk	20,7	15,3	97,1	99,4	Kn	20,3	13,7	98,6	101,9
Çk	20,7	18,7	142,6	192,9	Kn	20,3	17,2	217,5	173,2
Çk	24,9	19,2	201,5	272,5	Kn	17,8	13,9	78,0	70,8
Çk	22,1	16,8	165,4	141,2	Kn	14,0	16,6	78,9	48,6
Çk	20,3	15,6	138,6	108,3	Kn	14,8	14,0	67,4	73,8
Çk	25,9	15,9	154,4	177,3	Kn	21,4	18,5	182,5	205,1
Çk	28,2	20,2	226,3	305,3	Kn	16,1	14,1	88,8	79,1
Çk	18,0	15,2	102,0	112,2	Kn	19,9	12,8	128,1	96,3
Çk	6,2	9,2	6,2	10,8	Kn	20,8	18,6	206,8	193,9
Çk	31,4	24,8	350,4	347,4	Kn	14,7	14,5	61,2	78,3
Çk	63,0	33,0	1.851,8	1.849,4	Kn	7,3	9,6	10,0	13,6
Çk	20,3	13,1	92,3	104,8	Kn	2,4	3,8	0,6	3,3
Çk	19,2	16,3	98,6	147,8	Kn	26,5	20,4	385,8	375,5
Çk	17,3	11,6	48,5	59,1	Kn	9,6	11,8	24,2	30,0
Çk	21,0	17,3	160,5	177,7	Kn	13,7	13,2	49,7	53,2
Çk	21,6	13,5	80,2	120,8	Kn	12,5	11,2	38,7	26,0
Çk	18,1	14,0	69,2	73,9	Kn	12,4	12,1	43,8	35,0
Çk	21,0	12,1	71,8	60,8	Kn	13,2	14,4	52,3	48,8
Çk	13,5	11,6	33,4	30,3	Kn	13,8	13,1	42,4	50,7
Çk	16,8	10,6	34,5	37,9	Kn	14,0	13,2	57,3	53,5
Çk	16,5	13,5	49,8	59,3	Kn	9,5	10,8	20,0	22,5
Çk	19,4	14,1	75,1	83,1	Kn	5,7	11,7	8,7	5,3
Çk	25,1	17,0	141,0	131,6	Kn	10,0	11,0	25,1	24,4
Çk	5,5	5,8	3,4	4,0	Kn	7,5	12,2	15,2	10,7
Çk	44,7	25,5	573,9	574,1	Kn	14,0	15,7	72,3	39,0
Çk	46,6	26,3	636,3	625,2	Kn	13,3	16,1	58,9	31,5
Çk	40,6	23,8	454,4	468,3	Kn	25,0	19,4	329,4	285,7
Çk	48,8	27,1	712,7	717,6	Kn	57,8	32,9	2.422,8	2.431,9

Tablo 76'nın devamı

Çk	51,7	28,3	820,7	817,7	Kn	16,9	15,2	111,7	111,9
Çk	51,3	28,1	802,8	809,3	Kn	50,0	30,0	1.743,8	1.730,7
Çk	19,5	14,2	76,2	84,1	Kn	53,9	31,5	2.066,0	2.073,0
Çk	14,9	11,7	39,4	38,1	Kn	13,0	12,9	49,8	47,2
Çk	47,7	26,7	671,4	670,4	Kn	19,1	16,4	159,2	149,7
Çk	48,0	26,8	684,6	685,1	Kn	44,7	28,0	1.351,4	1.349,5
Çk	27,5	18,1	175,3	162,0	Kn	12,2	12,4	40,2	39,0
Çk	53,8	29,1	904,2	906,4	Kn	59,5	33,5	2.582,0	2.529,6
Çk	59,0	31,0	1.128,7	1.114,4	Kn	53,8	31,5	2.064,0	2.079,6
Çk	19,1	13,9	71,7	80,1	Kn	54,0	31,5	2.077,9	2.065,0
Çk	5,2	5,6	3,0	3,7	Kn	34,2	23,6	718,4	721,3
Çk	32,2	20,2	258,1	257,7	Kn	54,8	31,8	2.143,1	2.142,7
Çk	8,6	8,0	10,4	10,8	Kn	26,8	20,3	395,4	359,7
Çk	20,3	14,6	83,9	91,7	Kn	40,1	26,1	1.050,1	1.042,1
Çk	37,8	29,7	1.820,4	1.814,9	Kn	34,8	23,9	751,8	763,2
					Kn	31,5	22,4	588,3	578,1
					Kn	21,3	17,6	216,7	189,6
					Kn	21,2	17,5	212,9	186,2
					Kn	45,9	28,5	1.438,4	1.442,8
					Kn	5,5	7,5	6,0	5,0

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 77' de gösterilmiştir.

Tablo 77. Toplam gövde biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

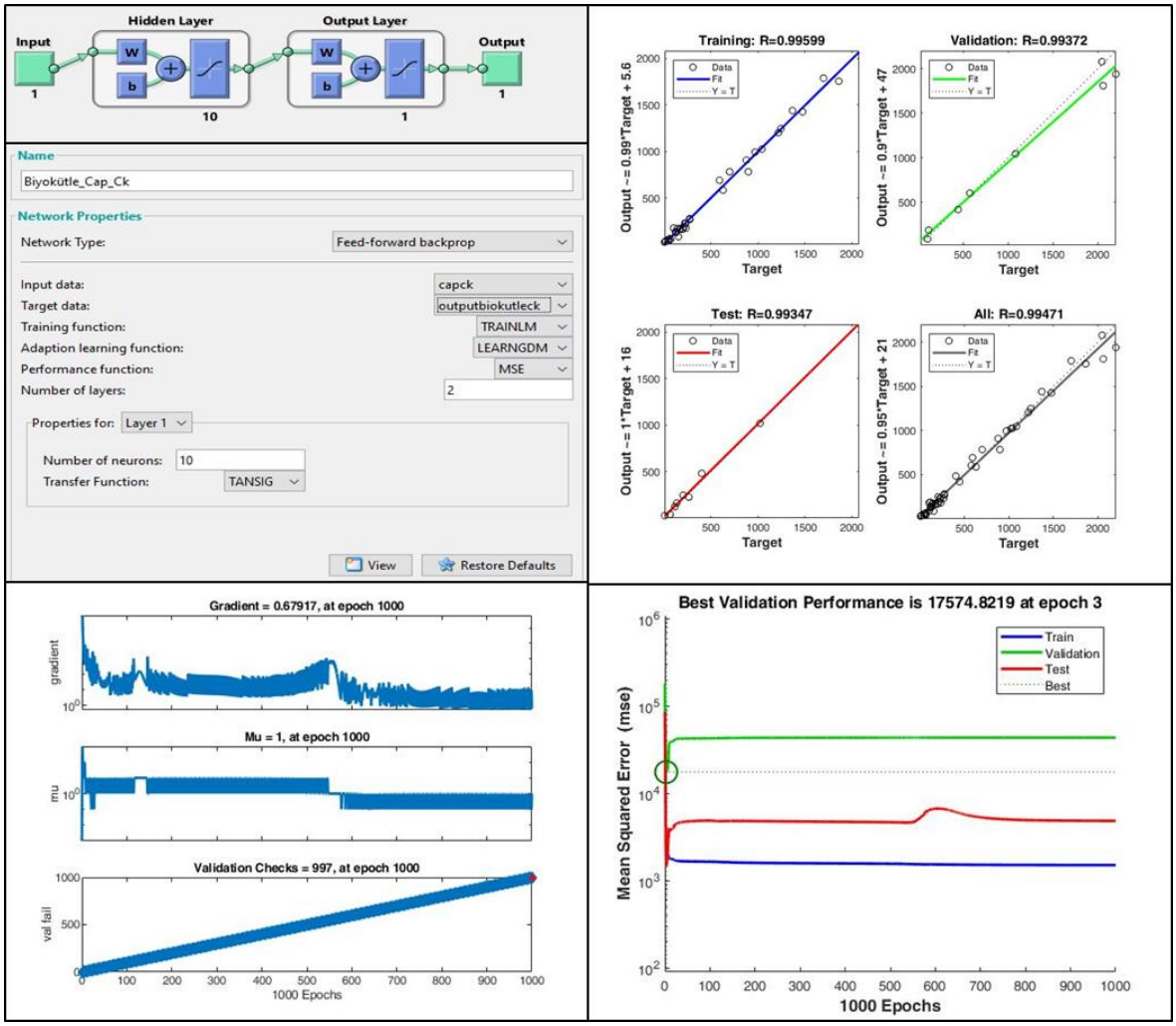
Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	3.290,2	1.917,9	Kn	16,0	22,0	139,3	2.462,6
Çk	19,6	14,7	83,6	87,8	Kn	20,3	19,4	184,3	266,6
Çk	40,0	26,6	639,3	1.032,4	Kn	15,1	15,4	72,6	71,9
Çk	29,8	19,4	233,8	203,5	Kn	30,8	25,8	584,5	326,5
Çk	44,8	22,5	780,9	947,2	Kn	24,2	19,5	257,5	289,1
Çk	46,5	30,0	867,8	609,7	Kn	30,3	20,9	387,0	326,7
Çk	10,7	10,2	18,9	19,3	Kn	19,9	22,8	220,8	2.189,9
Çk	10,5	6,0	10,8	1,8	Kn	8,5	6,8	13,3	5,9
Çk	2,6	2,6	0,7	1,9	Kn	6,0	8,0	9,1	6,1
Çk	40,2	23,6	443,0	463,9	Kn	33,1	18,4	196,5	392,8
Çk	22,5	15,7	107,0	109,4	Kn	37,6	25,1	901,8	913,2
Çk	9,1	8,2	11,7	12,3	Kn	42,1	26,9	1.176,0	1.158,7
					Kn	23,0	18,4	265,6	225,2

Toplam Gövde Biyokütlesi için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA'dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.1.5. Karaçam Ağaç Biyokütle Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Toplam Karaçam Ağaç Biyokütlesinin modellenmesinde 107 örnek ağaçtan karçama ait olan 51 adedinin çap verileri tek giriş girdisi olarak kullanılmıştır. Çıktı kısmında ise 51 adet örnek karaçam ağacına ait toplam ağaç biyokütlesi yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 16' da oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 997 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,5 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 3 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 16. Toplam ağaç biyokütle (Çk) YSA model istatistik verileri

Toplam Karaçam Ağaç Biyokütlesi için 51 örnek ağacın çap verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle verileri Tablo 78'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %99,5 'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 78. Toplam ağaç biyokütle (Çk) model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	2.047,8	2.079,7	Çk	21,0	100,8	177,3
Çk	59,8	2.060,8	1.810,3	Çk	13,5	40,8	38,6
Çk	40,6	897,4	781,8	Çk	16,8	44,9	55,0
Çk	53,6	1.477,2	1.426,5	Çk	16,5	67,5	50,9
Çk	34,2	628,0	584,5	Çk	19,4	119,9	135,3

Tablo 78’in devamı

Çk	34,9	574,5	601,6	Çk	25,1	222,1	231,0
Çk	58,2	1.863,0	1.756,0	Çk	5,5	5,8	27,0
Çk	24,8	228,0	225,3	Çk	44,7	877,0	907,2
Çk	20,7	141,4	172,0	Çk	46,6	970,2	993,4
Çk	20,7	172,5	172,0	Çk	40,6	697,9	781,8
Çk	24,9	263,7	227,1	Çk	48,8	1.084,0	1.044,6
Çk	22,1	213,4	190,9	Çk	51,7	1.244,4	1.246,1
Çk	20,3	197,4	163,1	Çk	51,3	1.217,9	1.202,7
Çk	25,9	202,6	246,1	Çk	19,5	121,7	138,9
Çk	28,2	271,7	278,6	Çk	14,9	63,8	40,7
Çk	18,0	152,1	83,3	Çk	47,7	1.022,5	1.019,8
Çk	6,2	7,8	30,2	Çk	48,0	1.042,1	1.026,0
Çk	31,4	443,0	417,4	Çk	27,5	274,8	269,4
Çk	63,0	2.202,9	1.940,8	Çk	53,8	1.368,1	1.440,0
Çk	20,3	171,4	163,1	Çk	59,0	1.699,7	1.789,2
Çk	19,2	126,9	127,9	Çk	19,1	114,7	124,1
Çk	17,3	61,8	64,2	Çk	5,2	5,1	25,7
Çk	21,0	232,3	177,3	Çk	32,2	401,3	481,5
Çk	21,6	115,7	185,6	Çk	8,6	17,4	37,0
Çk	18,1	103,6	86,6	Çk	20,3	133,6	163,1
				Çk	37,8	589,3	689,9

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 79’ da gösterilmiştir.

Tablo 79. Toplam ağaç biyokütle (Çk) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	3.681,9	2.160,2
Çk	19,6	101,3	142,4
Çk	40,0	791,7	770,1
Çk	29,8	291,7	318,0
Çk	44,8	1.049,6	912,7
Çk	46,5	1.267,0	990,3
Çk	10,7	26,6	38,0
Çk	10,5	17,8	38,0
Çk	2,6	1,9	20,0
Çk	40,2	680,8	774,4
Çk	22,5	169,6	194,7
Çk	9,1	19,4	37,5

Karaçam ağaçları çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle tahmin değerleri arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Karaçam Ağaç Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için karaçam ağaç türüne ait Toplam Karaçam Ağaç Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 80).

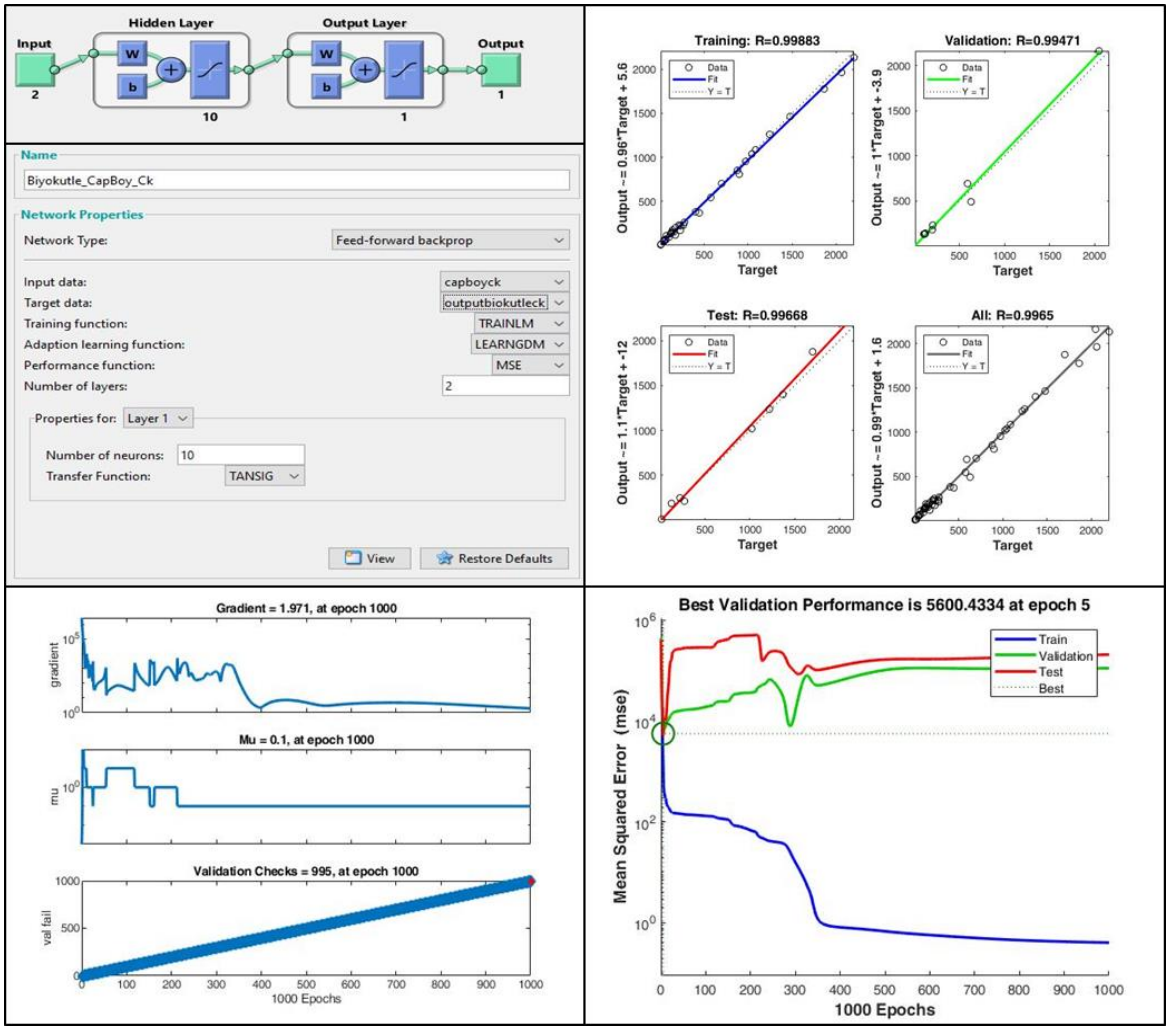
Tablo 80. Toplam ağaç biyokütle (Çk) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	19,6
4-8	6	29,3
8-12	10	37,9
12-16	14	39,0
16-20	18	83,3
20-24	22	189,9
24-28	26	247,9
28-32	30	326,6
32-36	34	578,4
36-40	38	698,9
40-44	42	804,3
44-48	46	972,3
48-52	50	1.094,1
52-56	54	1.452,8
56-60	58	1.745,0
60-64	62	1.874,6
64-68	66	2.144,5
68-72	70	2.169,4

- Karaçam (Model-1, d/h)

Toplam Karaçam Ağaç Biyokütlesinin modellenmesinde 107 örnek ağaçtan karçama ait olan 51 adedinin çap ve boy verileri çift giriş girdisi olarak kullanılmıştır. Çıktı kısmında ise 51 adet örnek karaçam ağacına ait toplam ağaç biyokütlesi yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 17' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar

incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 995 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,7 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA'ya ait en iyi sonucun 5 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 17. Toplam ağaç biyokütle (Çk) YSA model istatistik verileri

Toplam Karaçam Ağaç Biyokütlesi için 51 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle verileri Tablo

81'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %99,7'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 81. Toplam ağaç biyokütle (Çk) model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	29,7	2.047,8	2.161,3	Çk	21,0	12,1	100,8	93,6
Çk	59,8	25,1	2.060,8	1.963,4	Çk	13,5	11,6	40,8	57,6
Çk	40,6	23,1	897,4	808,6	Çk	16,8	10,6	44,9	49,0
Çk	53,6	24,5	1.477,2	1.463,4	Çk	16,5	13,5	67,5	109,7
Çk	34,2	23,8	628,0	490,0	Çk	19,4	14,1	119,9	138,3
Çk	34,9	23,2	574,5	544,0	Çk	25,1	17,0	222,1	249,4
Çk	58,2	28,3	1.863,0	1.776,3	Çk	5,5	5,8	5,8	7,4
Çk	24,8	14,5	228,0	171,7	Çk	44,7	25,5	877,0	851,8
Çk	20,7	15,3	141,4	175,0	Çk	46,6	26,3	970,2	953,2
Çk	20,7	18,7	172,5	201,8	Çk	40,6	23,8	697,9	702,7
Çk	24,9	19,2	263,7	231,4	Çk	48,8	27,1	1.084,0	1.085,3
Çk	22,1	16,8	213,4	228,5	Çk	51,7	28,3	1.244,4	1.260,4
Çk	20,3	15,6	197,4	179,7	Çk	51,3	28,1	1.217,9	1.235,7
Çk	25,9	15,9	202,6	230,5	Çk	19,5	14,2	121,7	141,0
Çk	28,2	20,2	271,7	212,7	Çk	14,9	11,7	63,8	65,4
Çk	18,0	15,2	152,1	151,1	Çk	47,7	26,7	1.022,5	1.019,2
Çk	6,2	9,2	7,8	14,2	Çk	48,0	26,8	1.042,1	1.037,6
Çk	31,4	24,8	443,0	368,9	Çk	27,5	18,1	274,8	262,4
Çk	63,0	33,0	2.202,9	2.132,9	Çk	53,8	29,1	1.368,1	1.399,5
Çk	20,3	13,1	171,4	118,7	Çk	59,0	31,0	1.699,7	1.875,3
Çk	19,2	16,3	126,9	188,4	Çk	19,1	13,9	114,7	132,5
Çk	17,3	11,6	61,8	70,9	Çk	5,2	5,6	5,1	7,2
Çk	21,0	17,3	232,3	222,9	Çk	32,2	20,2	401,3	380,4
Çk	21,6	13,5	115,7	132,7	Çk	8,6	8,0	17,4	11,8
Çk	18,1	14,0	103,6	130,5	Çk	20,3	14,6	133,6	154,0
					Çk	37,8	22,7	589,3	691,2

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 82' de gösterilmiştir.

Tablo 82. Toplam ağaç biyokütle (Çk) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	67,0	32,9	3.681,9	2.184,7
Çk	19,6	14,7	101,3	151,7

Tablo 82'nin devamı

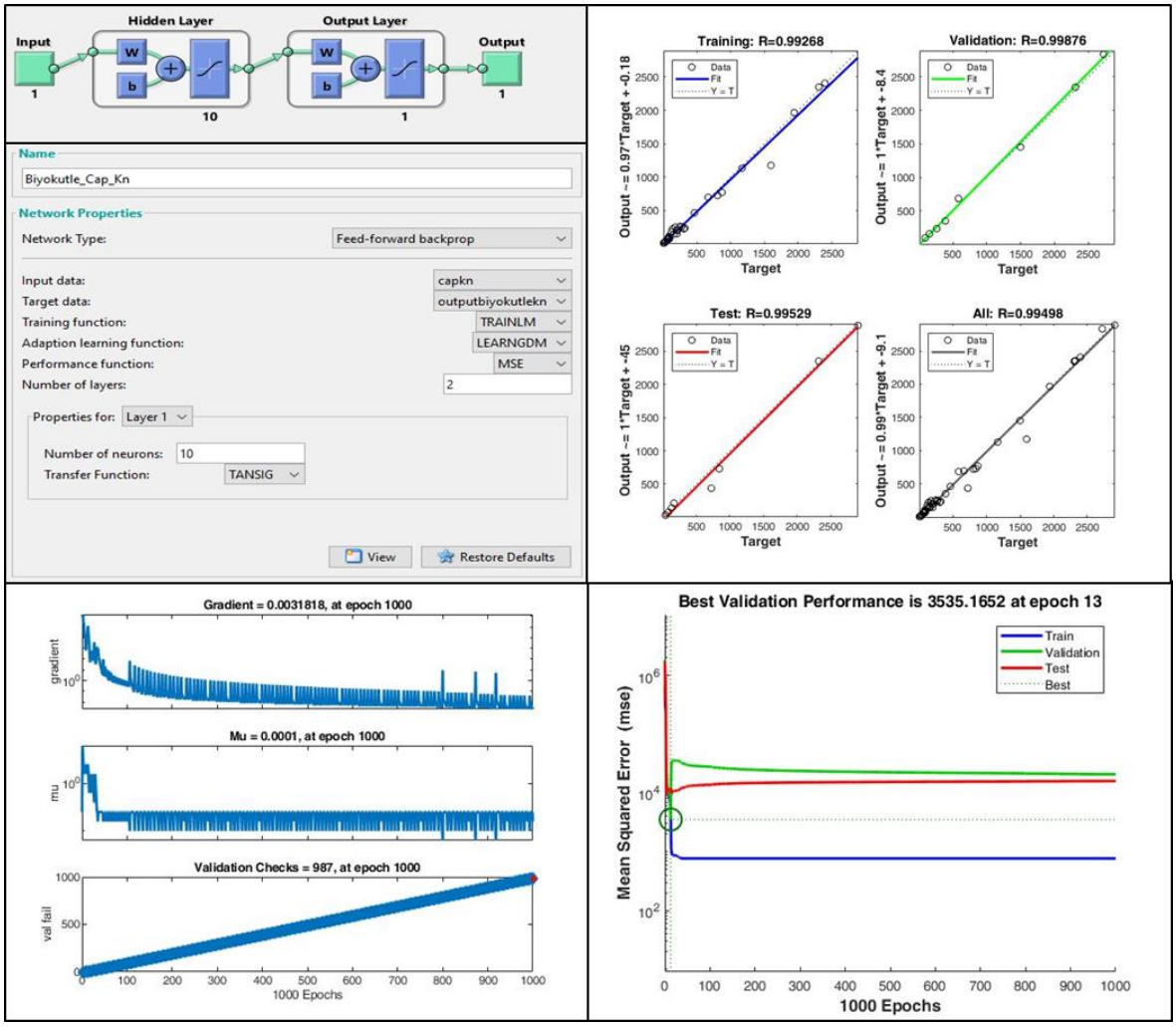
Çk	40,0	26,6	791,7	499,6
Çk	29,8	19,4	291,7	256,2
Çk	44,8	22,5	1.049,6	1.265,9
Çk	46,5	30,0	1.267,0	761,4
Çk	10,7	10,2	26,6	28,8
Çk	10,5	6,0	17,8	8,4
Çk	2,6	2,6	1,9	6,2
Çk	40,2	23,6	680,8	701,1
Çk	22,5	15,7	169,6	200,8
Çk	9,1	8,2	19,4	12,8

Karaçam ağaçları çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle tahmin değerleri arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.1.6. Kayın Ağaç Biyokütle Modellerine Ait Bulgular

- Kayın (Model-1, d)

Toplam Kayın Ağaç Biyokütlesinin modellenmesinde 107 örnek ağaçtan kayın ağaç türüne ait olan 56 adedinin çap verileri tek giriş girdisi olarak kullanılmıştır. Çıktı kısmında ise 56 adet örnek kayın ağacına ait toplam ağaç biyokütlesi yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 18' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 987 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,5 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 13 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 18. Toplam ağaç biyokütle (Kn) YSA model istatistik verileri

Toplam Kayın Ağaç Biyokütlesi için 56 örnek ağacın çap verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle verileri Tablo 83' te sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %99,5 'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 83. Toplam ağaç biyokütle (Kn) model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	30,7	584,3	686,2	Kn	9,5	28,8	30,5
Kn	16,4	199,9	148,8	Kn	5,7	12,2	10,2
Kn	20,7	318,8	235,0	Kn	10,0	32,0	37,8
Kn	16,3	160,5	145,9	Kn	7,5	20,9	13,2
Kn	15,2	83,1	111,4	Kn	14,0	87,2	82,6

Tablo 83'ün devamı

Kn	21,1	176,0	248,0	Kn	13,3	72,2	72,8
Kn	19,4	197,1	203,5	Kn	25,0	390,8	353,5
Kn	47,4	869,8	768,8	Kn	57,8	2.722,5	2.833,1
Kn	20,3	136,6	223,4	Kn	16,9	157,7	162,0
Kn	20,3	303,4	223,4	Kn	50,0	1.940,5	1.964,4
Kn	17,8	119,3	179,6	Kn	53,9	2.308,9	2.347,9
Kn	14,0	92,2	82,6	Kn	13,0	86,7	69,8
Kn	14,8	93,1	100,0	Kn	19,1	209,5	198,5
Kn	21,4	243,1	258,2	Kn	44,7	1.499,0	1.452,8
Kn	16,1	130,7	139,8	Kn	12,2	74,6	63,0
Kn	19,9	165,9	213,5	Kn	59,5	2.908,7	2.888,0
Kn	20,8	264,4	238,2	Kn	53,8	2.306,6	2.343,7
Kn	14,7	79,9	97,4	Kn	54,0	2.322,6	2.352,3
Kn	7,3	14,8	12,5	Kn	34,2	805,4	724,0
Kn	2,4	3,0	10,9	Kn	54,8	2.397,8	2.406,3
Kn	26,5	721,8	437,3	Kn	26,8	460,8	462,6
Kn	9,6	38,2	31,9	Kn	40,1	1.165,9	1.130,0
Kn	13,7	82,1	77,9	Kn	34,8	841,4	731,0
Kn	12,5	61,8	65,4	Kn	31,5	666,0	695,3
Kn	12,4	64,1	64,6	Kn	21,3	271,2	254,8
Kn	13,2	75,3	71,8	Kn	21,2	267,1	251,4
Kn	13,8	68,7	79,3	Kn	45,9	1.596,2	1.174,0
Kn	14,0	70,9	82,6	Kn	5,5	11,9	10,1

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 84' de gösterilmiştir.

Tablo 84. Toplam ağaç biyokütle (Kn) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Kn	16,0	187,7	136,7
Kn	20,3	231,7	223,4
Kn	15,1	106,9	108,4
Kn	30,8	703,4	687,6
Kn	24,2	424,7	331,5
Kn	30,3	494,1	679,7
Kn	19,9	264,2	213,5
Kn	8,5	28,3	18,9
Kn	6,0	12,7	10,4
Kn	33,1	452,1	710,9
Kn	37,6	1.003,9	789,3
Kn	42,1	1.304,4	1.503,5
Kn	23,0	323,2	305,7

Kayın ağaçları çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle tahmin değerleri arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Kayın Ağaç Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için karaçam ağaç türüne ait Toplam Kayın Ağaç Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 85).

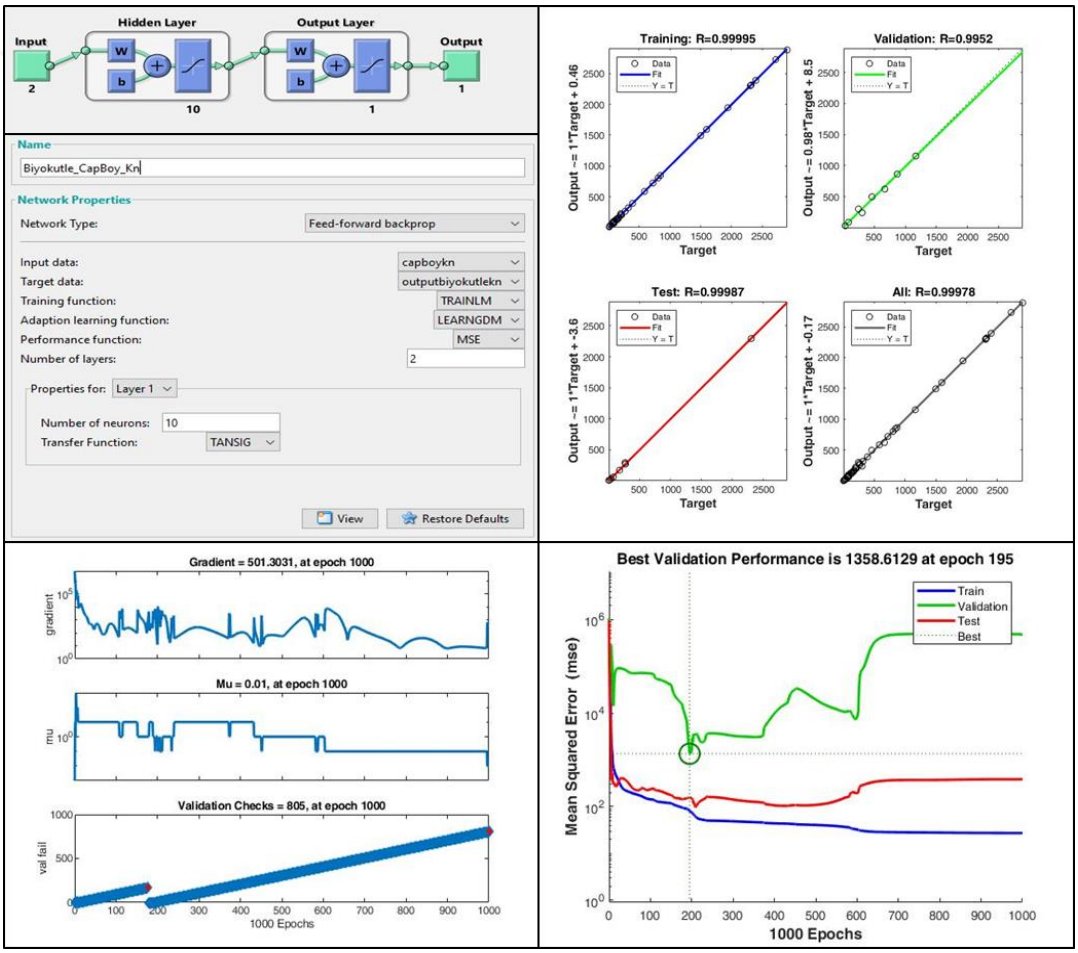
Tablo 85. Toplam ağaç biyokütle (Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Biyokütle (kg)**
0-4	2	5,2
4-8	6	12,3
8-12	10	39,9
12-16	14	82,0
16-20	18	170,9
20-24	22	282,7
24-28	26	525,2
28-32	30	583,0
32-36	34	712,9
36-40	38	1.084,6
40-44	42	1.197,8
44-48	46	1.510,6
48-52	50	2.050,5
52-56	54	2.319,8
56-60	58	2.739,9
60-64	62	2.907,8
64-68	66	2.908,1
68-72	70	2.908,2

- Kayın (Model-1, d/h)

Toplam Kayın Ağaç Biyokütlesinin modellenmesinde 107 örnek ağaçtan kayın ağaç türüne ait olan 56 adedinin çap ve boy verileri çift giriş girdisi olarak kullanılmıştır. Çıktı kısmında ise 56 adet örnek Kayın ağacına ait toplam ağaç biyokütlesi yapay sinir ağına

girilmiştir. Şekil 19’ da oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve bu 805 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA’ ya ait en iyi sonucun 195 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 19. Toplam ağaç biyokütle (Kn) YSA model istatistik verileri

Toplam Kayın Ağaç Biyokütlesi için 56 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle verileri Tablo 86’da sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %99,9 ’lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 86. Toplam ağaç biyokütle (Kn) model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	30,7	27,3	584,3	585,1	Kn	9,5	10,8	28,8	31,3
Kn	16,4	21,4	199,9	200,6	Kn	5,7	11,7	12,2	7,9
Kn	20,7	19,5	318,8	317,7	Kn	10,0	11,0	32,0	35,2
Kn	16,3	17,3	160,5	145,9	Kn	7,5	12,2	20,9	13,0
Kn	15,2	11,9	83,1	89,1	Kn	14,0	15,7	87,2	88,8
Kn	21,1	15,6	176,0	167,4	Kn	13,3	16,1	72,2	78,4
Kn	19,4	17,1	197,1	222,3	Kn	25,0	19,4	390,8	391,3
Kn	47,4	35,1	869,8	863,2	Kn	57,8	32,9	2.722,5	2.732,1
Kn	20,3	13,7	136,6	135,6	Kn	16,9	15,2	157,7	143,9
Kn	20,3	17,2	303,4	240,5	Kn	50,0	30,0	1.940,5	1.946,8
Kn	17,8	13,9	119,3	128,5	Kn	53,9	31,5	2.308,9	2.305,8
Kn	14,0	16,6	92,2	93,8	Kn	13,0	12,9	86,7	67,2
Kn	14,8	14,0	93,1	97,6	Kn	19,1	16,4	209,5	201,4
Kn	21,4	18,5	243,1	301,7	Kn	44,7	28,0	1.499,0	1.493,3
Kn	16,1	14,1	130,7	118,9	Kn	12,2	12,4	74,6	56,7
Kn	19,9	12,8	165,9	165,5	Kn	59,5	33,5	2.908,7	2.887,6
Kn	20,8	18,6	264,4	288,5	Kn	53,8	31,5	2.306,6	2.295,1
Kn	14,7	14,5	79,9	97,5	Kn	54,0	31,5	2.322,6	2.316,7
Kn	7,3	9,6	14,8	18,9	Kn	34,2	23,6	805,4	803,0
Kn	2,4	3,8	3,0	3,4	Kn	54,8	31,8	2.397,8	2.392,7
Kn	26,5	20,4	721,8	722,1	Kn	26,8	20,3	460,8	497,3
Kn	9,6	11,8	38,2	28,1	Kn	40,1	26,1	1.165,9	1.153,8
Kn	13,7	13,2	82,1	77,9	Kn	34,8	23,9	841,4	844,4
Kn	12,5	11,2	61,8	60,4	Kn	31,5	22,4	666,0	622,3
Kn	12,4	12,1	64,1	60,3	Kn	21,3	17,6	271,2	266,0
Kn	13,2	14,4	75,3	70,0	Kn	21,2	17,5	267,1	261,1
Kn	13,8	13,1	68,7	79,5	Kn	45,9	28,5	1.596,2	1.594,3
Kn	14,0	13,2	70,9	82,7	Kn	5,5	7,5	11,9	10,2

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 87' de gösterilmiştir.

Tablo 87. Toplam ağaç biyokütle (Kn) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle(kg)	Biyokütle (kg) Model
Kn	16,0	22,0	187,7	47,4
Kn	20,3	19,4	231,7	307,8
Kn	15,1	15,4	106,9	183,4

Tablo 87'nin devamı

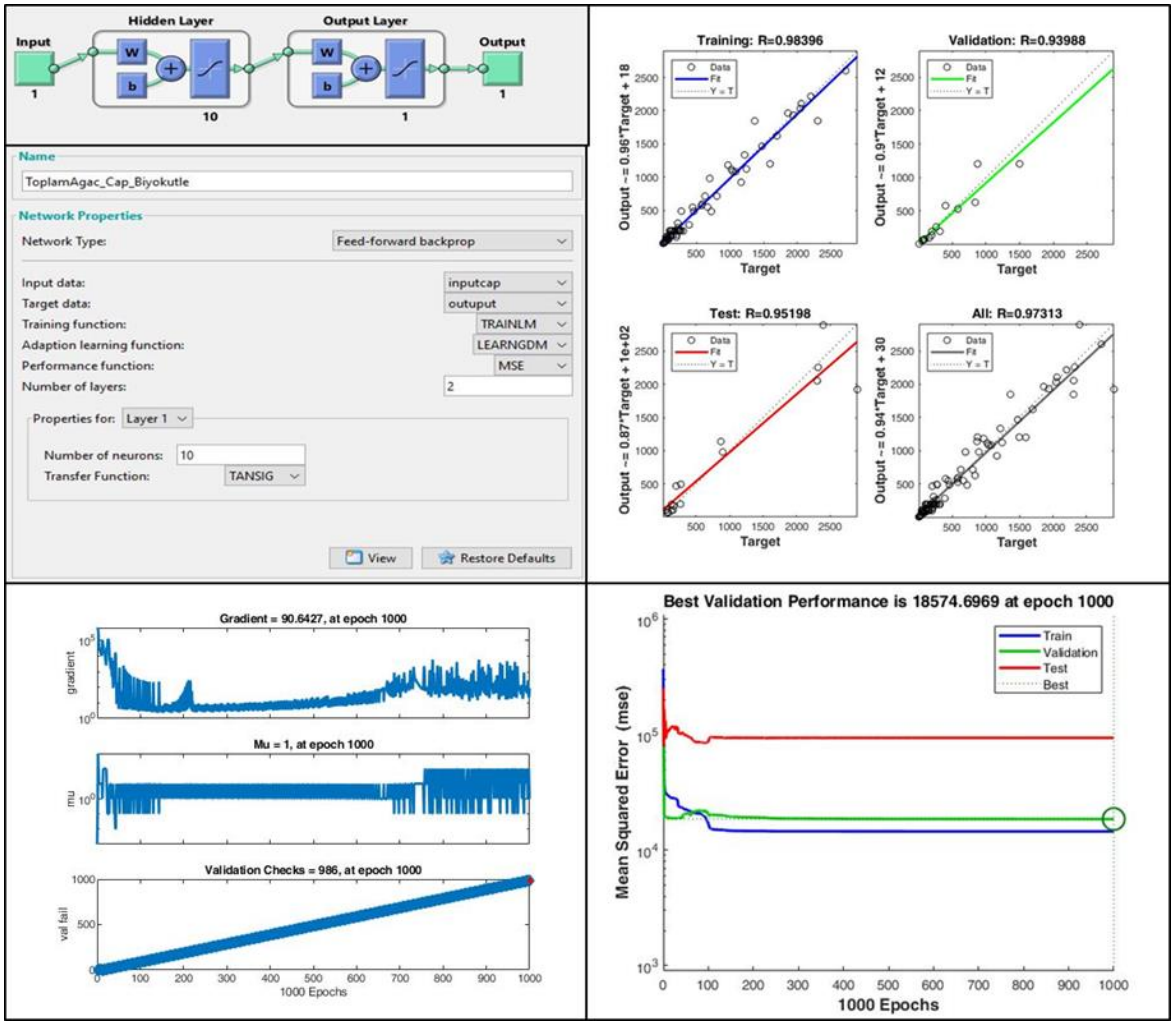
Kn	30,8	25,8	703,4	683,5
Kn	24,2	19,5	424,7	368,8
Kn	30,3	20,9	494,1	682,3
Kn	19,9	22,8	264,2	313,8
Kn	8,5	6,8	28,3	16,2
Kn	6,0	8,0	12,7	10,2
Kn	33,1	18,4	452,1	2.827,1
Kn	37,6	25,1	1.003,9	993,1
Kn	42,1	26,9	1.304,4	1.303,3
Kn	23,0	18,4	323,2	218,5

Kayın ağaçları çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle tahmin değerleri arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek için SPSS programı ile t-test yapılmıştır. Verilerin önce normalite testi yapılmış olup normaliteyi sağladığı görülmüş (Sig.>0,05) ve iki veri seti arasındaki istatistiki fark olup olmadığı nonparametric testlere göre daha güvenilir olan Parametric Testlerden Paired Samples Test ile test edilmiştir. Sig.(2-tailed) değerinin 0,05 den büyük olduğu görülmüş olup bu durum YSA'dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı anlamına gelmektedir.

3.1.7. Ağaç Biyokütle Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam + Kayın (Model-2, d)

Toplam Ağaç Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ağaç biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 20' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 986 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %97,3 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 1000 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 20. Toplam ağaç biyokütle YSA model istatistik verileri

Toplam Ağaç Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 88'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %97,3 'lük bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 88. Toplam ağaç biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	2.047,8	2.033,7	Kn	30,7	584,3	528,7
Çk	59,8	2.060,8	2.105,5	Kn	16,4	199,9	100,4
Çk	40,6	897,4	981,5	Kn	20,7	318,8	196,0
Çk	53,6	1.477,2	1.466,3	Kn	16,3	160,5	98,8
Çk	34,2	628,0	716,2	Kn	15,2	83,1	83,9

Tablo 88'in devamı

Çk	34,9	574,5	574,6	Kn	21,1	176,0	196,9
Çk	58,2	1.863,0	1.963,5	Kn	19,4	197,1	138,1
Çk	24,8	228,0	244,6	Kn	47,4	869,8	1.139,3
Çk	20,7	141,4	196,0	Kn	20,3	136,6	193,0
Çk	20,7	172,5	196,0	Kn	20,3	303,4	193,0
Çk	24,9	263,7	262,3	Kn	17,8	119,3	122,5
Çk	22,1	213,4	198,3	Kn	14,0	92,2	73,7
Çk	20,3	197,4	193,0	Kn	14,8	93,1	79,9
Çk	25,9	202,6	468,6	Kn	21,4	243,1	197,4
Çk	28,2	271,7	494,5	Kn	16,1	130,7	95,7
Çk	18,0	152,1	125,1	Kn	19,9	165,9	166,9
Çk	6,2	7,8	9,2	Kn	20,8	264,4	196,2
Çk	31,4	443,0	548,0	Kn	14,7	79,9	79,0
Çk	63,0	2.202,9	2.215,6	Kn	7,3	14,8	12,7
Çk	20,3	171,4	193,0	Kn	2,4	3,0	6,5
Çk	19,2	126,9	136,3	Kn	26,5	721,8	484,6
Çk	17,3	61,8	115,1	Kn	9,6	38,2	32,7
Çk	21,0	232,3	196,7	Kn	13,7	82,1	71,7
Çk	21,6	115,7	197,7	Kn	12,5	61,8	63,8
Çk	18,1	103,6	126,4	Kn	12,4	64,1	63,0
Çk	21,0	100,8	196,7	Kn	13,2	75,3	68,5
Çk	13,5	40,8	70,4	Kn	13,8	68,7	72,3
Çk	16,8	44,9	107,0	Kn	14,0	70,9	73,7
Çk	16,5	67,5	102,0	Kn	9,5	28,8	31,4
Çk	19,4	119,9	138,1	Kn	5,7	12,2	8,3
Çk	25,1	222,1	311,0	Kn	10,0	32,0	37,7
Çk	5,5	5,8	8,0	Kn	7,5	20,9	13,7
Çk	44,7	877,0	1.203,9	Kn	14,0	87,2	73,7
Çk	46,6	970,2	1.182,8	Kn	13,3	72,2	69,1
Çk	40,6	697,9	981,5	Kn	25,0	390,8	284,6
Çk	48,8	1.084,0	1.084,0	Kn	57,8	2.722,5	2.602,1
Çk	51,7	1.244,4	1.123,6	Kn	16,9	157,7	108,6
Çk	51,3	1.217,9	1.335,0	Kn	50,0	1.940,5	1.931,7
Çk	19,5	121,7	139,7	Kn	53,9	2.308,9	2.055,2
Çk	14,9	63,8	80,9	Kn	13,0	86,7	67,2
Çk	47,7	1.022,5	1.114,8	Kn	19,1	209,5	135,6
Çk	48,0	1.042,1	1.084,9	Kn	44,7	1.499,0	1.203,9
Çk	27,5	274,8	490,1	Kn	12,2	74,6	61,5
Çk	53,8	1.368,1	1.847,0	Kn	59,5	2.908,7	1.924,9
Çk	59,0	1.699,7	1.621,9	Kn	53,8	2.306,6	1.847,0
Çk	19,1	114,7	135,6	Kn	54,0	2.322,6	2.257,2
Çk	5,2	5,1	7,7	Kn	34,2	805,4	716,2

Tablo 88'in devamı

Çk	32,2	401,3	579,1	Kn	54,8	2.397,8	2.896,0
Çk	8,6	17,4	21,6	Kn	26,8	460,8	486,6
Çk	20,3	133,6	193,0	Kn	40,1	1.165,9	923,9
Çk	37,8	589,3	599,4	Kn	34,8	841,4	628,1
				Kn	31,5	666,0	551,3
				Kn	21,3	271,2	197,3
				Kn	21,2	267,1	197,1
				Kn	45,9	1.596,2	1.201,2
				Kn	5,5	11,9	8,0

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 89' da gösterilmiştir.

Tablo 89. Toplam ağaç biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	3.681,9	1.920,1
Çk	19,6	101,3	142,4
Çk	40,0	791,7	911,5
Çk	29,8	291,7	511,6
Çk	44,8	1.049,6	1.204,9
Çk	46,5	1.267,0	1.186,4
Çk	10,7	26,6	46,4
Çk	10,5	17,8	44,0
Çk	2,6	1,9	6,5
Çk	40,2	680,8	936,0
Çk	22,5	169,6	198,6
Çk	9,1	19,4	26,8
Kn	16,0	187,7	94,2
Kn	20,3	231,7	193,0
Kn	15,1	106,9	82,8
Kn	30,8	703,4	531,1
Kn	24,2	424,7	204,2
Kn	30,3	494,1	520,2
Kn	19,9	264,2	166,9
Kn	8,5	28,3	20,7
Kn	6,0	12,7	8,8
Kn	33,1	452,1	630,4
Kn	37,6	1.003,9	571,1
Kn	42,1	1.304,4	1.110,5
Kn	23,0	323,2	199,0

Toplam Ağaç Biyokütlesi için aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 93) YSA' dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Ağaç Biyokütle değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen biyokütle değerleri ile gerçek biyokütle değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Ağaç Biyokütle değerleri elde edilmiştir (Tablo 90).

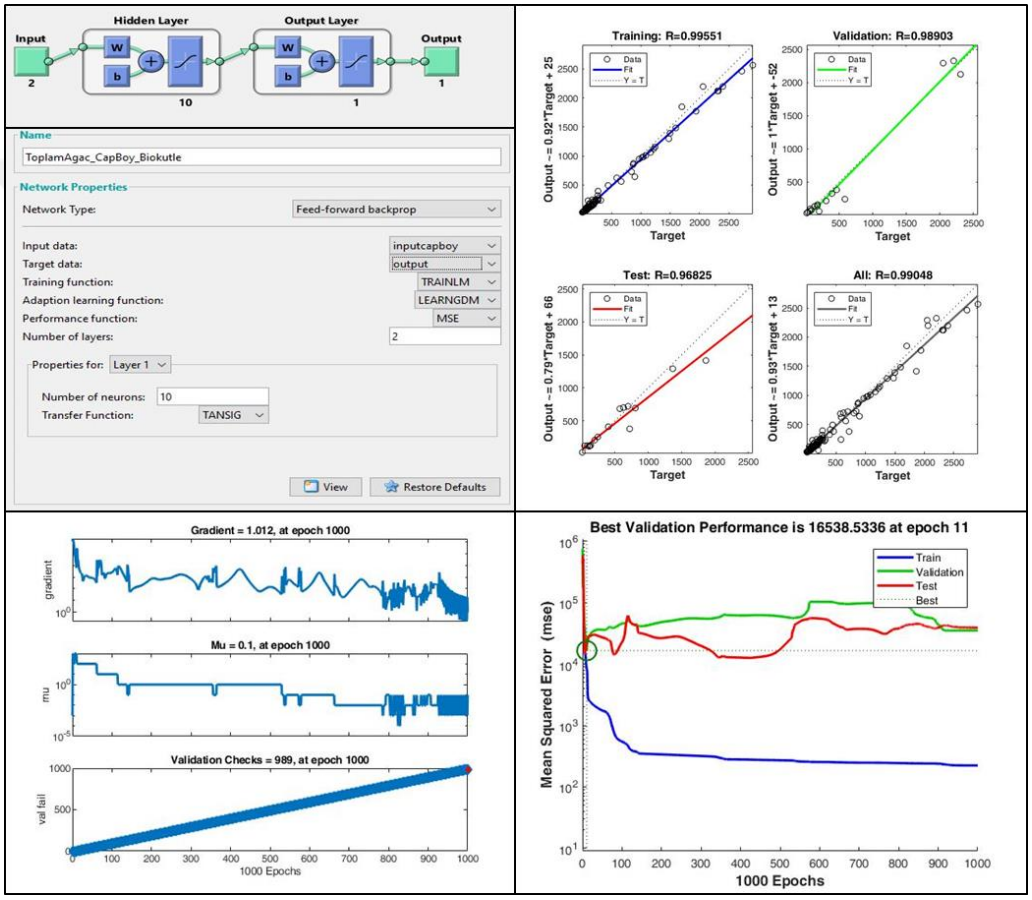
Tablo 90. Toplam ağaç biyokütle (Çk+Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Toplam Ağaç Biyokütlesi (kg)**
0-4	2	6,4
4-8	6	8,8
8-12	10	37,7
12-16	14	73,7
16-20	18	125,1
20-24	22	198,2
24-28	26	473,9
28-32	30	514,8
32-36	34	628,3
36-40	38	702,2
40-44	42	1.103,9
44-48	46	1.199,5
48-52	50	1.931,7
52-56	54	2.257,2
56-60	58	2.294,9
60-64	62	2.346,1
64-68	66	2.349,7
68-72	70	2.492,7

- Karaçam + Kayın (Model-1, d/h)

Toplam Ağaç Biyokütlesinin modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ağaç biyokütlesi olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 21' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak

belirlenmiş ve 989 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,1 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 11 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dâhil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 21. Toplam ağaç biyokütle YSA model istatistik verileri

Toplam Ağaç Biyokütlesi için 107 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, biyokütle değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için biyokütle değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 91'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek biyokütle değerleri arasında oluşturulan regresyonda %99,1 'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 91. Toplam ağaç biyokütle model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Biyokütle (kg)	Biyokütle (kg) Model
Çk	64,6	29,7	2.047,8	2.290,9	Kn	30,7	27,3	584,3	243,1
Çk	59,8	25,1	2.060,8	2.197,0	Kn	16,4	21,4	199,9	58,7
Çk	40,6	23,1	897,4	643,1	Kn	20,7	19,5	318,8	236,9
Çk	53,6	24,5	1.477,2	1.297,3	Kn	16,3	17,3	160,5	161,5
Çk	34,2	23,8	628,0	702,7	Kn	15,2	11,9	83,1	71,5
Çk	34,9	23,2	574,5	685,7	Kn	21,1	15,6	176,0	159,8
Çk	58,2	28,3	1.863,0	1.414,6	Kn	19,4	17,1	197,1	209,4
Çk	24,8	14,5	228,0	244,1	Kn	47,4	35,1	869,8	852,8
Çk	20,7	15,3	141,4	150,8	Kn	20,3	13,7	136,6	129,6
Çk	20,7	18,7	172,5	246,8	Kn	20,3	17,2	303,4	217,5
Çk	24,9	19,2	263,7	319,9	Kn	17,8	13,9	119,3	109,4
Çk	22,1	16,8	213,4	204,0	Kn	14,0	16,6	92,2	119,7
Çk	20,3	15,6	197,4	157,8	Kn	14,8	14,0	93,1	107,2
Çk	25,9	15,9	202,6	226,1	Kn	21,4	18,5	243,1	257,9
Çk	28,2	20,2	271,7	395,5	Kn	16,1	14,1	130,7	112,4
Çk	18,0	15,2	152,1	145,3	Kn	19,9	12,8	165,9	137,9
Çk	6,2	9,2	7,8	30,5	Kn	20,8	18,6	264,4	248,7
Çk	31,4	24,8	443,0	493,9	Kn	14,7	14,5	79,9	118,9
Çk	63,0	33,0	2.202,9	2.325,0	Kn	7,3	9,6	14,8	32,4
Çk	20,3	13,1	171,4	138,9	Kn	2,4	3,8	3,0	31,7
Çk	19,2	16,3	126,9	183,7	Kn	26,5	20,4	721,8	380,2
Çk	17,3	11,6	61,8	103,9	Kn	9,6	11,8	38,2	54,0
Çk	21,0	17,3	232,3	221,8	Kn	13,7	13,2	82,1	85,8
Çk	21,6	13,5	115,7	164,4	Kn	12,5	11,2	61,8	52,4
Çk	18,1	14,0	103,6	113,0	Kn	12,4	12,1	64,1	64,0
Çk	21,0	12,1	100,8	231,4	Kn	13,2	14,4	75,3	107,5
Çk	13,5	11,6	40,8	59,8	Kn	13,8	13,1	68,7	83,5
Çk	16,8	10,6	44,9	124,5	Kn	14,0	13,2	70,9	86,6
Çk	16,5	13,5	67,5	96,5	Kn	9,5	10,8	28,8	42,8
Çk	19,4	14,1	119,9	120,7	Kn	5,7	11,7	12,2	40,6
Çk	25,1	17,0	222,1	220,6	Kn	10,0	11,0	32,0	45,8
Çk	5,5	5,8	5,8	31,5	Kn	7,5	12,2	20,9	49,8
Çk	44,7	25,5	877,0	874,4	Kn	14,0	15,7	87,2	126,2
Çk	46,6	26,3	970,2	947,5	Kn	13,3	16,1	72,2	111,5
Çk	40,6	23,8	697,9	722,2	Kn	25,0	19,4	390,8	326,8
Çk	48,8	27,1	1.084,0	1.009,8	Kn	57,8	32,9	2.722,5	2.462,6
Çk	51,7	28,3	1.244,4	1.154,6	Kn	16,9	15,2	157,7	144,1
Çk	51,3	28,1	1.217,9	1.121,8	Kn	50,0	30,0	1.940,5	1.771,5
Çk	19,5	14,2	121,7	122,7	Kn	53,9	31,5	2.308,9	2.121,5
Çk	14,9	11,7	63,8	68,6	Kn	13,0	12,9	86,7	78,8

Tablo 91'in devamı

Çk	47,7	26,7	1.022,5	977,9	Kn	19,1	16,4	209,5	186,8
Çk	48,0	26,8	1.042,1	984,4	Kn	44,7	28,0	1.499,0	1.393,1
Çk	27,5	18,1	274,8	275,5	Kn	12,2	12,4	74,6	68,1
Çk	53,8	29,1	1.368,1	1.290,3	Kn	59,5	33,5	2.908,7	2.565,6
Çk	59,0	31,0	1.699,7	1.848,5	Kn	53,8	31,5	2.306,6	2.122,4
Çk	19,1	13,9	114,7	116,1	Kn	54,0	31,5	2.322,6	2.120,5
Çk	5,2	5,6	5,1	31,6	Kn	34,2	23,6	805,4	695,3
Çk	32,2	20,2	401,3	411,8	Kn	54,8	31,8	2.397,8	2.198,5
Çk	8,6	8,0	17,4	32,5	Kn	26,8	20,3	460,8	382,4
Çk	20,3	14,6	133,6	134,1	Kn	40,1	26,1	1.165,9	1.062,6
Çk	37,8	22,7	589,3	623,5	Kn	34,8	23,9	841,4	730,0
					Kn	31,5	22,4	666,0	560,9
					Kn	21,3	17,6	271,2	235,4
					Kn	21,2	17,5	267,1	231,5
					Kn	45,9	28,5	1.596,2	1.483,7
					Kn	5,5	7,5	11,9	24,4

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen biyokütle sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek biyokütle değerleri Tablo 92' de gösterilmiştir.

Tablo 92. Toplam ağaç biyokütle test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Biyokütle (kg)**	**Biyokütle (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	3.681,9	2.286,5	Kn	16,0	22,0	187,7	41,6
Çk	19,6	14,7	101,3	131,5	Kn	20,3	19,4	231,7	227,9
Çk	40,0	26,6	791,7	1.083,7	Kn	15,1	15,4	106,9	139,0
Çk	29,8	19,4	291,7	350,7	Kn	30,8	25,8	703,4	372,6
Çk	44,8	22,5	1.049,6	764,4	Kn	24,2	19,5	424,7	317,7
Çk	46,5	30,0	1.267,0	1.628,3	Kn	30,3	20,9	494,1	457,0
Çk	10,7	10,2	26,6	40,1	Kn	19,9	22,8	264,2	86,7
Çk	10,5	6,0	17,8	176,4	Kn	8,5	6,8	28,3	47,6
Çk	2,6	2,6	1,9	69,3	Kn	6,0	7,9	12,7	25,5
Çk	40,2	23,6	680,8	702,6	Kn	33,1	18,4	452,1	421,5
Çk	22,5	15,7	169,6	169,4	Kn	37,6	25,1	1.003,9	898,8
Çk	9,1	8,2	19,4	34,3	Kn	42,1	26,9	1.304,4	1.200,6
					Kn	23,0	18,4	323,2	273,4

Aynı çap verilerinden alınmış gerçek biyokütle değerleri ile YSA' dan elde edilen biyokütle değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan

testler sonucunda (Tablo 93) YSA'dan elde edilen Biyokütle değerleri ile gerçek Biyokütle değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.1.8. Biyokütle Modellerinin Kontrolü

Biyokütle denklemlerinin doğruluğunu kontrol etmek amacıyla, Karaçam türünden rastgele seçilen 12 örnek ağaç ve Kayın türünden 13 örnek ağaç verisi bağımsız bir veri kümesi olarak kullanılmıştır. Denklem geliştirme aşamasında kullanılan gözlem sayısı, denklem oluşturma sürecine yeterli katkı sağlayacak miktarda ve test grubundaki gözlem sayısı ise uygun istatistiksel analizleri gerçekleştirecek düzeydedir. Bu koşullar, çalışmada belirtilen kriterlerle uyumludur.

70 örnek alandan alınan ve 137 örnek ağacın 107 tanesi model kurulum aşamasında kullanılmıştır. Geriye kalan 25 adet örnek ağaç oluşturulan modellerin test edilmesinde kullanılmıştır. Geliştirilen modellerin geçerliliği, Student'in Eşleştirilmiş t-testi ile test edilmiştir. Tüm biyokütle modellerinin, geliştirildikleri meşcereler için uygun olduğu belirlenmiştir. Bu sonuca varmak amacıyla elde edilen bulgular Tablo 93'te sunulmuştur.

Tablo 93. Biyokütle modelleri t-testine ilişkin bulgular

Biyokütle Modelleri (Test Verileri)		**Biyokütle Bileşeni**	**Test İstatistiği (t_{hesap})**	**Önem Düzeyi**
Tür	**Örnek Sayısı**			
Karaçam+Kayn	25	Toplam İbre/Yaprak (Tek Girişli: Çap)	0,904	P>0,01
		Toplam İbre/Yaprak (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,527	P>0,01
		Toplam Dal (Tek Girişli: Çap)	0,192	P>0,01
		Toplam Dal (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,459	P>0,01
		Toplam Kabuk (Tek Girişli: Çap)	0,098	P>0,01
		Toplam Kabuk (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,459	P>0,01
		Toplam Gövde (Tek Girişli: Çap)	0,657	P>0,01
		Toplam Gövde (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,638	P>0,01
		Toplam Ağaç (Tek Girişli: Çap)	0,545	P>0,01
		Toplam Ağaç (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,459	P>0,01

Tablo 93'ün devamı

Karaçam	12	Toplam İbre (Tek Girişli: Çap)	0,034	P>0,01
		Toplam İbre (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,182	P>0,01
		Toplam Dal (Tek Girişli: Çap)	0,929	P>0,01
		Toplam Dal (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,724	P>0,01
		Toplam Kabuk (Tek Girişli: Çap)	0,388	P>0,01
		Toplam Kabuk (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,388	P>0,01
		Toplam Gövde (Tek Girişli: Çap)	0,754	P>0,01
		Toplam Gövde (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,583	P>0,01
		Toplam Ağaç (Çk) (Tek Girişli: Çap)	0,937	P>0,01
		Toplam Ağaç (Çk) (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,530	P>0,01
Kayın	13	Toplam Yaprak (Tek Girişli: Çap)	0,463	P>0,01
		Toplam Yaprak (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,007	P>0,01
		Toplam Dal (Tek Girişli: Çap)	0,116	P>0,01
		Toplam Dal (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,221	P>0,01
		Toplam Kabuk (Tek Girişli: Çap)	0,807	P>0,01
		Toplam Kabuk (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,753	P>0,01
		Toplam Gövde (Tek Girişli: Çap)	0,422	P>0,01
		Toplam Gövde (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,152	P>0,01
		Toplam Ağaç (Kn) (Tek Girişli: Çap)	0,702	P>0,01
		Toplam Ağaç (Kn) (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,332	P>0,01

3.2. Karbon Modellerine İlişkin Bulgular

Gövde odunu, ibre, dal, kabuk gibi ağaç bileşenlerinden elde edilen ve biyokütlenin belirlenmesi için kullanılan örneklerin karbon miktarları elementel analiz cihazı (COSTECH Marka) kullanılarak ortaya konulmuştur. Karbon miktarlarının belirlenebilmesi için ağaç bileşenlerinden elde edilen örnekler laboratuvar ortamında toz haline gelene kadar öğütülmüştür. Elde edilen örneklerden üç tekrar alınarak karbon miktarlarına ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Böylece bileşenlerin her birine ait karbon miktarı örnek ağaç bazında belirlenmiştir. Toplam karbon miktarı ise bileşenlerin her birine ait karbon

değerlerinin toplanmasıyla belirlenmiştir. Sonuç olarak örnek ağaçlara ait bütün bileşenlerin karbon depolama kapasiteleri belirlenmiştir. Elde edilen karbon değerleri biyokütle modellerinde olduğu gibi ağacın göğüs çapı ve göğüs çapı/ağaç boyu ile ilişkiye getirerek MATLAP2020a paket programında YSA yöntemi kullanılarak her bir türe ait bütün bileşenler için karbon depolama modelleri geliştirilmiştir. Şekil 26-30'da örnek alanlardan alınan örnek ağaçlara ait gövde odunu, dal, ibre/yaprak ve kabuk karbonlarının çap (d) ve boy (h) dağılımları sunulmuştur. Bu çalışma kapsamına giren karaçam ve kayın ağaç türleri için karbon modelleri geliştirilmiştir. Her bir ağaç bileşeni için oluşturulan modellerin belirtme katsayılarının (R^2) farklı olduğu görülmüştür. 132 örnek ağaç bileşenlerine ait karbon depolamaya ilişkin elde edilen istatistiki bulgular Tablo 94'te verilmiştir.

Tablo 94. Ağaç bileşenleri karbon miktarlarına ait istatistiki bilgiler

Karbon (kg)	Minimum	Maksimum	Aritmetik ortalama	Standart sapma
İbre/Yaprak	0,1	107,5	8,0	14,2
Dal	0,3	152,2	27,3	29,6
Kabuk	0,025	94,1	17,4	22,2
Gövde	0,3	1513,5	208,6	296,2
Ağaç	0,9	1713,1	266,9	351,7

3.2.1. İbre/Yaprak Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Karaçam türü için İbre Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ibre karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 864 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %90,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 136 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 95'de sunulmuştur.

Tablo 95. Toplam ibre karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	45,8	45,8	Çk	21,0	1,7	3,4
Çk	59,8	35,7	35,6	Çk	13,5	0,1	1,0
Çk	40,6	38,8	11,5	Çk	16,8	0,8	3,0
Çk	53,6	107,5	107,3	Çk	16,5	0,4	2,8
Çk	34,2	10,4	9,8	Çk	19,4	3,9	5,1
Çk	34,9	14,0	10,0	Çk	25,1	6,0	8,2
Çk	58,2	15,6	8,2	Çk	5,5	0,7	0,7
Çk	24,8	19,8	8,2	Çk	44,7	14,6	14,4
Çk	20,7	9,6	7,2	Çk	46,6	14,3	14,8
Çk	20,7	3,5	7,2	Çk	40,6	11,6	11,5
Çk	24,9	7,7	8,2	Çk	48,8	15,5	15,2
Çk	22,1	5,4	5,4	Çk	51,7	16,2	19,0
Çk	20,3	12,6	11,7	Çk	51,3	16,4	16,5
Çk	25,9	3,9	8,2	Çk	19,5	3,9	5,5
Çk	28,2	3,9	8,2	Çk	14,9	2,7	1,6
Çk	18,0	7,4	3,5	Çk	47,7	14,8	14,9
Çk	6,2	0,1	0,7	Çk	48,0	14,5	15,0
Çk	31,4	7,5	8,3	Çk	27,5	6,5	8,2
Çk	63,0	9,1	45,5	Çk	53,8	16,1	16,1
Çk	20,3	19,2	11,7	Çk	59,0	18,8	24,0
Çk	19,2	2,0	4,5	Çk	19,1	3,5	4,3
Çk	17,3	0,6	3,2	Çk	5,2	0,6	0,7
Çk	21,0	5,3	3,4	Çk	32,2	7,7	8,5
Çk	21,6	2,2	3,2	Çk	8,6	1,1	0,7
Çk	18,1	3,2	3,5	Çk	20,3	3,9	11,7
				Çk	37,8	9,8	10,3

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 96' da gösterilmiştir.

Tablo 96. Toplam ibre karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	67,0	23,7	45,8
Çk	19,6	0,3	6,0
Çk	40,0	9,6	11,1
Çk	29,8	6,1	8,2
Çk	44,8	21,9	14,5
Çk	46,5	70,4	14,7

Tablo 96'un devamı

Çk	10,7	0,3	0,7
Çk	10,5	0,3	0,7
Çk	2,6	0,2	0,7
Çk	40,2	12,7	11,2
Çk	22,5	5,2	6,8
Çk	9,1	1,4	0,7

Toplam İbre Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve T-Test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam İbre Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam İbre Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 97).

Tablo 97. Toplam ibre karbon (Çk) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Karbon (kg)**
0-4	2	0,7
4-8	6	0,7
8-12	10	0,7
12-16	14	1,1
16-20	18	3,5
20-24	22	4,9
24-28	26	8,2
28-32	30	8,2
32-36	34	9,7
36-40	38	10,3
40-44	42	12,8
44-48	46	14,7
48-52	50	16,0
52-56	54	16,1
56-60	58	25,1
60-64	62	44,9
64-68	66	45,8
68-72	70	45,4

- Kayın (Model-1, d)

Kayın türü için Yaprak Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam yaprak karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 610 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %81,5 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 390 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 98'de sunulmuştur.

Tablo 98. Toplam yaprak karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	30,7	2,4	2,8	Kn	9,5	0,4	0,3
Kn	16,4	1,9	3,2	Kn	5,7	0,2	0,3
Kn	20,7	1,2	2,4	Kn	10,0	0,3	0,4
Kn	16,3	5,3	2,8	Kn	7,5	0,2	0,3
Kn	15,2	0,9	0,6	Kn	14,0	0,3	0,4
Kn	21,1	3,9	2,4	Kn	13,3	0,3	0,6
Kn	19,4	1,5	1,7	Kn	25,0	2,2	2,2
Kn	47,4	51,8	48,2	Kn	57,8	6,2	0,2
Kn	20,3	1,0	2,2	Kn	16,9	1,4	4,6
Kn	20,3	3,8	2,2	Kn	50,0	5,5	5,5
Kn	17,8	2,3	2,3	Kn	53,9	5,8	0,2
Kn	14,0	0,8	0,4	Kn	13,0	1,1	0,7
Kn	14,8	1,1	0,5	Kn	19,1	1,6	1,6
Kn	21,4	1,8	2,4	Kn	44,7	4,8	4,8
Kn	16,1	0,7	2,1	Kn	12,2	0,9	1,1
Kn	19,9	1,6	2,0	Kn	59,5	6,6	0,2
Kn	20,8	3,1	2,4	Kn	53,8	5,5	0,2
Kn	14,7	0,2	0,5	Kn	54,0	5,9	0,2
Kn	7,3	0,4	0,3	Kn	34,2	3,5	3,3
Kn	2,4	0,2	0,2	Kn	54,8	6,8	0,2
Kn	26,5	33,2	2,3	Kn	26,8	2,5	2,3
Kn	9,6	0,4	0,3	Kn	40,1	4,1	4,1
Kn	13,7	0,3	0,5	Kn	34,8	3,3	3,4
Kn	12,5	0,8	0,9	Kn	31,5	3,0	2,9
Kn	12,4	1,2	1,0	Kn	21,3	1,7	2,4
Kn	13,2	0,2	0,6	Kn	21,2	1,9	2,4

Tablo 98'in devamı

Kn	13,8	0,4	0,5	Kn	45,9	5,0	10,6
Kn	14,0	0,3	0,4	Kn	5,5	0,4	0,3

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 99' da gösterilmiştir.

Tablo 99. Toplam yaprak karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Kn	16,0	2,0	1,8
Kn	20,3	2,5	2,2
Kn	15,1	3,5	0,6
Kn	30,8	4,3	2,8
Kn	24,2	32,2	2,2
Kn	30,3	4,3	2,7
Kn	19,9	1,1	2,0
Kn	8,5	0,4	0,3
Kn	6,0	0,4	0,3
Kn	33,1	48,0	3,2
Kn	37,6	3,8	3,8
Kn	42,1	4,3	4,2
Kn	23,0	1,9	2,3

Toplam Yaprak Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

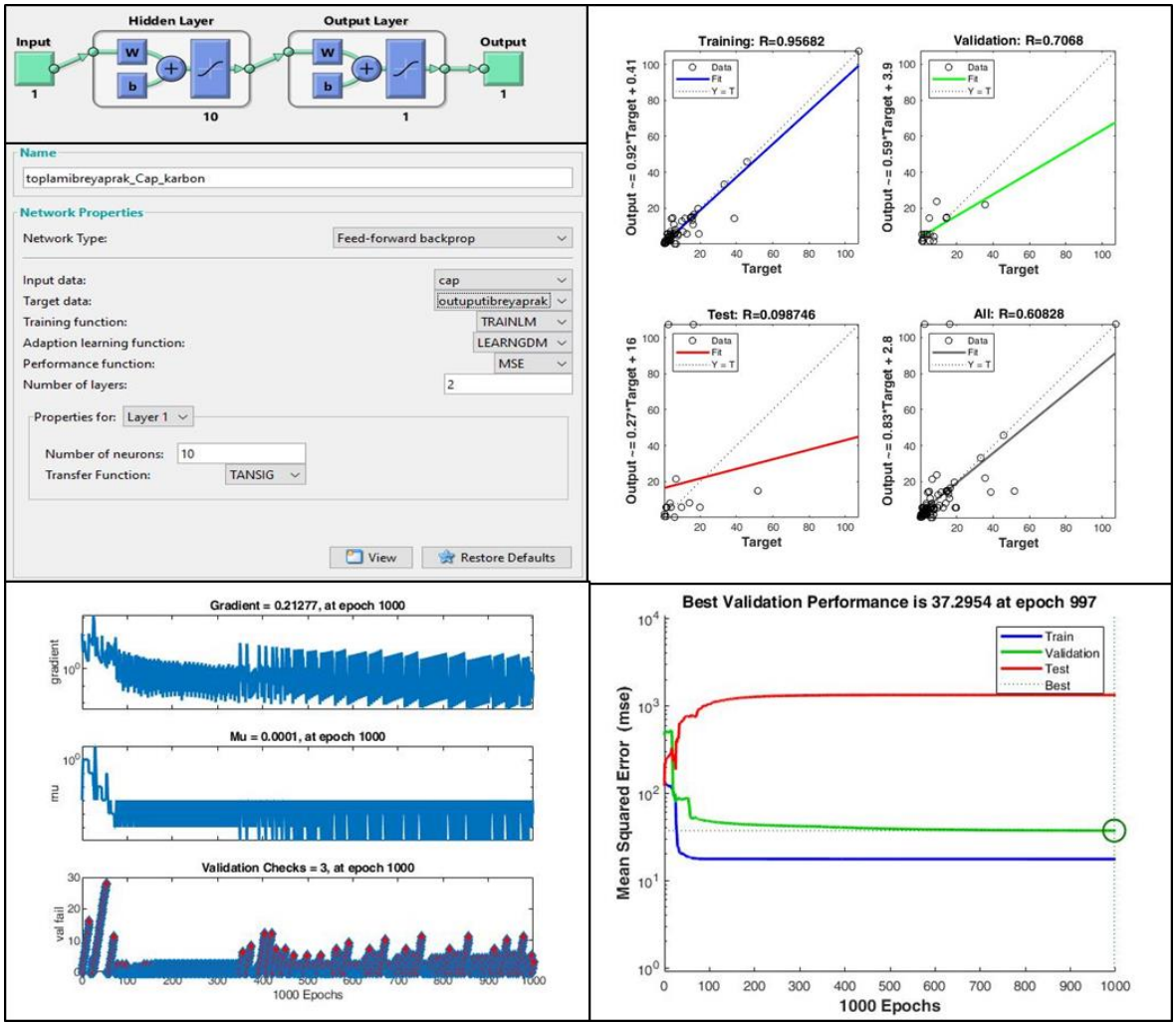
Toplam Yaprak Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Yaprak Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 100).

Tablo 100. Toplam yaprak karbon (Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	Çap Kademesi Ortası (cm)	Karbon (kg)
0-4	2	0,2
4-8	6	0,2
8-12	10	0,2
12-16	14	0,2
16-20	18	0,2
20-24	22	0,2
24-28	26	0,3
28-32	30	0,4
32-36	34	0,4
36-40	38	1,9
40-44	42	2,2
44-48	46	2,4
48-52	50	2,7
52-56	54	3,3
56-60	58	3,9
60-64	62	4,2
64-68	66	5,5
68-72	70	11,9

- Karaçam + Kayın (Model-2, d)

Toplam İbre/Yaprak Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ibre/yaprak karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 22' te oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve eğitimler tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %60,8 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA'ya ait en iyi sonucun 997 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 22. Toplam ibre/yaprak karbonu YSA model istatistik verileri

Toplam İbre/Yaprak Karbonu için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 101'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %60,8'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 101. Toplam ibre/yaprak karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	45,8	45,8	Kn	30,7	2,4	4,1
Çk	59,8	35,7	22,0	Kn	16,4	1,9	1,8
Çk	40,6	38,8	14,2	Kn	20,7	1,2	5,6
Çk	53,6	107,5	107,5	Kn	16,3	5,3	1,8

Tablo 101’in devamı

Çk	34,2	10,4	6,9	Kn	15,2	0,9	1,8
Çk	34,9	14,0	8,1	Kn	21,1	3,9	5,6
Çk	58,2	15,6	13,2	Kn	19,4	1,5	3,6
Çk	24,8	19,8	5,6	Kn	47,4	51,8	14,8
Çk	20,7	9,6	5,6	Kn	20,3	1,0	5,6
Çk	20,7	3,5	5,6	Kn	20,3	3,8	5,6
Çk	24,9	7,7	5,6	Kn	17,8	2,3	1,8
Çk	22,1	5,4	5,6	Kn	14,0	0,8	0,5
Çk	20,3	12,6	5,6	Kn	14,8	1,1	1,2
Çk	25,9	3,9	3,9	Kn	21,4	1,8	5,6
Çk	28,2	3,9	3,8	Kn	16,1	0,7	1,8
Çk	18,0	7,4	1,8	Kn	19,9	1,6	5,5
Çk	6,2	0,1	0,3	Kn	20,8	3,1	5,6
Çk	31,4	7,5	4,3	Kn	14,7	0,2	0,7
Çk	63,0	9,1	23,8	Kn	7,3	0,4	0,4
Çk	20,3	19,2	5,6	Kn	2,4	0,2	0,3
Çk	19,2	2,0	2,4	Kn	26,5	33,2	33,2
Çk	17,3	0,6	1,8	Kn	9,6	0,4	0,5
Çk	21,0	5,3	5,6	Kn	13,7	0,3	0,5
Çk	21,6	2,2	5,6	Kn	12,5	0,8	0,5
Çk	18,1	3,2	1,8	Kn	12,4	1,2	0,5
Çk	21,0	1,7	5,6	Kn	13,2	0,2	0,5
Çk	13,5	0,1	0,5	Kn	13,8	0,4	0,5
Çk	16,8	0,8	1,8	Kn	14,0	0,3	0,5
Çk	16,5	0,4	1,8	Kn	9,5	0,4	0,5
Çk	19,4	3,9	3,6	Kn	5,7	0,2	0,3
Çk	25,1	6,0	5,6	Kn	10,0	0,3	0,5
Çk	5,5	0,7	0,3	Kn	7,5	0,2	0,4
Çk	44,7	14,6	14,5	Kn	14,0	0,3	0,5
Çk	46,6	14,3	14,6	Kn	13,3	0,3	0,5
Çk	40,6	11,6	14,2	Kn	25,0	2,2	5,6
Çk	48,8	15,5	15,1	Kn	57,8	6,2	8,0
Çk	51,7	16,2	107,5	Kn	16,9	1,4	1,8
Çk	51,3	16,4	16,4	Kn	50,0	5,5	5,6
Çk	19,5	3,9	4,3	Kn	53,9	5,8	0,1
Çk	14,9	2,7	1,7	Kn	13,0	1,1	0,5
Çk	47,7	14,8	14,9	Kn	19,1	1,6	2,1
Çk	48,0	14,5	15,0	Kn	44,7	4,8	14,5
Çk	27,5	6,5	6,5	Kn	12,2	0,9	0,5
Çk	53,8	16,1	10,8	Kn	59,5	6,6	21,4
Çk	59,0	18,8	19,7	Kn	53,8	5,5	10,8
Çk	19,1	3,5	2,1	Kn	54,0	5,9	0,1

Tablo 101'in devamı

Çk	5,2	0,6	0,3	Kn	34,2	3,5	6,9
Çk	32,2	7,7	4,7	Kn	54,8	6,8	0,1
Çk	8,6	1,1	0,5	Kn	26,8	2,5	107,5
Çk	20,3	3,9	5,6	Kn	40,1	4,1	14,1
Çk	37,8	9,8	12,7	Kn	34,8	3,3	7,9
				Kn	31,5	3,0	4,3
				Kn	21,3	1,7	5,6
				Kn	21,2	1,9	5,6
				Kn	45,9	5,0	14,6
				Kn	5,5	0,4	0,3

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 102' de gösterilmiştir.

Tablo 102. Toplam ibre/yaprak karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	23,7	107,4	Kn	16,0	2,0	1,8
Çk	19,6	0,3	4,9	Kn	20,3	2,5	5,6
Çk	40,0	9,6	14,1	Kn	15,1	3,5	1,8
Çk	29,8	6,1	3,9	Kn	30,8	4,3	4,1
Çk	44,8	21,9	14,6	Kn	24,2	32,2	5,6
Çk	46,5	70,4	14,6	Kn	30,3	4,3	4,0
Çk	10,7	0,3	0,5	Kn	19,9	1,1	5,5
Çk	10,5	0,3	0,5	Kn	8,5	0,4	0,5
Çk	2,6	0,2	0,3	Kn	6,0	0,4	0,3
Çk	40,2	12,7	14,1	Kn	33,1	48,0	5,4
Çk	22,5	5,2	5,6	Kn	37,6	3,8	12,5
Çk	9,1	1,4	0,5	Kn	42,1	4,3	14,4
				Kn	23,0	1,9	5,6

Toplam İbre/Yaprak Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam İbre/Yaprak Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam İbre/Yaprak Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 103).

Tablo 103. Toplam ibre/yaprak karbon (Çk+Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	Çap Kademesi Ortası (cm)	Karbon (kg)
0-4	2	0,1
4-8	6	0,3
8-12	10	0,3
12-16	14	0,5
16-20	18	0,5
20-24	22	1,8
24-28	26	2,9
28-32	30	3,9
32-36	34	5,6
36-40	38	5,6
40-44	42	6,6
44-48	46	10,7
48-52	50	12,9
52-56	54	14,4
56-60	58	14,6
60-64	62	23,1
64-68	66	106,9
68-72	70	107,5

- Karaçam (Model-1, d/h)

Karaçam türü için İbre Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ibre karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 996 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %64,2 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 4 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 104'de sunulmuştur.

Tablo 104. Toplam ibre karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	29,7	45,8	44,3	Çk	21,0	12,1	1,7	4,8
Çk	59,8	25,1	35,7	37,5	Çk	13,5	11,6	0,1	1,8
Çk	40,6	23,1	38,8	19,5	Çk	16,8	10,6	0,8	2,5
Çk	53,6	24,5	107,5	25,6	Çk	16,5	13,5	0,4	3,2
Çk	34,2	23,8	10,4	11,2	Çk	19,4	14,1	3,9	5,7
Çk	34,9	23,2	14,0	12,0	Çk	25,1	17,0	6,0	9,1
Çk	58,2	28,3	15,6	19,1	Çk	5,5	5,8	0,7	1,8
Çk	24,8	14,5	19,8	12,7	Çk	44,7	25,5	14,6	18,3
Çk	20,7	15,3	9,6	7,3	Çk	46,6	26,3	14,3	17,0
Çk	20,7	18,7	3,5	5,7	Çk	40,6	23,8	11,6	18,5
Çk	24,9	19,2	7,7	6,2	Çk	48,8	27,1	15,5	15,2
Çk	22,1	16,8	5,4	7,5	Çk	51,7	28,3	16,2	13,3
Çk	20,3	15,6	12,6	7,0	Çk	51,3	28,1	16,4	13,5
Çk	25,9	15,9	3,9	12,2	Çk	19,5	14,2	3,9	5,8
Çk	28,2	20,2	3,9	6,6	Çk	14,9	11,7	2,7	2,1
Çk	18,0	15,2	7,4	5,2	Çk	47,7	26,7	14,8	16,1
Çk	6,2	9,2	0,1	1,4	Çk	48,0	26,8	14,5	15,9
Çk	31,4	24,8	7,5	8,6	Çk	27,5	18,1	6,5	8,7
Çk	63,0	33,0	9,1	34,9	Çk	53,8	29,1	16,1	13,3
Çk	20,3	13,1	19,2	5,6	Çk	59,0	31,0	18,8	19,3
Çk	19,2	16,3	2,0	6,1	Çk	19,1	13,9	3,5	5,3
Çk	17,3	11,6	0,6	2,8	Çk	5,2	5,6	0,6	1,8
Çk	21,0	17,3	5,3	6,5	Çk	32,2	20,2	7,7	9,7
Çk	21,6	13,5	2,2	7,3	Çk	8,6	8,0	1,1	1,9
Çk	18,1	14,0	3,2	4,6	Çk	20,3	14,6	3,9	6,8
					Çk	37,8	22,7	9,8	16,4

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 105' te gösterilmiştir.

Tablo 105. Toplam ibre karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	67,0	32,9	23,7	54,6
Çk	19,6	14,7	0,3	6,2
Çk	40,0	26,6	9,6	16,0
Çk	29,8	19,4	6,1	8,3
Çk	44,8	22,5	21,9	25,5

Tablo 105'in devamı

Çk	46,5	30,0	70,4	11,7
Çk	10,7	10,2	0,3	1,6
Çk	10,5	6,0	0,3	1,9
Çk	2,6	2,6	0,2	1,6
Çk	40,2	23,6	12,7	18,4
Çk	22,5	15,7	5,2	8,8
Çk	9,1	8,2	1,4	1,9

Toplam İbre Karbonu için aynı çap/boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

- Kayın (Model-1, d/h)

Kayın türü için Yaprak Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam yaprak karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 767 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %83,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 233 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 106'da sunulmuştur.

Tablo 106. Toplam yaprak karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Kn	30,7	27,3	2,4	2,4	Kn	9,5	10,8	0,4	0,2
Kn	16,4	21,4	1,9	9,4	Kn	5,7	11,7	0,2	0,2
Kn	20,7	19,5	1,2	0,9	Kn	10,0	11,0	0,3	0,2
Kn	16,3	17,3	5,3	5,2	Kn	7,5	12,2	0,2	0,2
Kn	15,2	11,9	0,9	0,2	Kn	14,0	15,7	0,3	0,3
Kn	21,1	15,6	3,9	3,2	Kn	13,3	16,1	0,3	0,2
Kn	19,4	17,1	1,5	2,3	Kn	25,0	19,4	2,2	2,4
Kn	47,4	35,1	51,8	51,8	Kn	57,8	32,9	6,2	9,8
Kn	20,3	13,7	1,0	2,0	Kn	16,9	15,2	1,4	1,9

Tablo 106’nın devamı

Kn	20,3	17,2	3,8	2,3	Kn	50,0	30,0	5,5	5,4
Kn	17,8	13,9	2,3	1,2	Kn	53,9	31,5	5,8	5,8
Kn	14,0	16,6	0,8	0,8	Kn	13,0	12,9	1,1	0,2
Kn	14,8	14,0	1,1	0,2	Kn	19,1	16,4	1,6	2,5
Kn	21,4	18,5	1,8	1,6	Kn	44,7	28,0	4,8	4,7
Kn	16,1	14,1	0,7	0,6	Kn	12,2	12,4	0,9	0,2
Kn	19,9	12,8	1,6	1,4	Kn	59,5	33,5	6,6	6,6
Kn	20,8	18,6	3,1	1,4	Kn	53,8	31,5	5,5	5,5
Kn	14,7	14,5	0,2	0,3	Kn	54,0	31,5	5,9	6,0
Kn	7,3	9,6	0,4	0,2	Kn	34,2	23,6	3,5	3,3
Kn	2,4	3,8	0,2	0,2	Kn	54,8	31,8	6,8	6,7
Kn	26,5	20,4	33,2	1,9	Kn	26,8	20,3	2,5	2,4
Kn	9,6	11,8	0,4	0,2	Kn	40,1	26,1	4,1	4,3
Kn	13,7	13,2	0,3	0,2	Kn	34,8	23,9	3,3	3,3
Kn	12,5	11,2	0,8	0,2	Kn	31,5	22,4	3,0	3,0
Kn	12,4	12,1	1,2	0,2	Kn	21,3	17,6	1,7	2,4
Kn	13,2	14,4	0,2	0,2	Kn	21,2	17,5	1,9	2,4
Kn	13,8	13,1	0,4	0,2	Kn	45,9	28,5	5,0	4,7
Kn	14,0	13,2	0,3	0,2	Kn	5,5	7,5	0,4	0,2

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 107’ de gösterilmiştir.

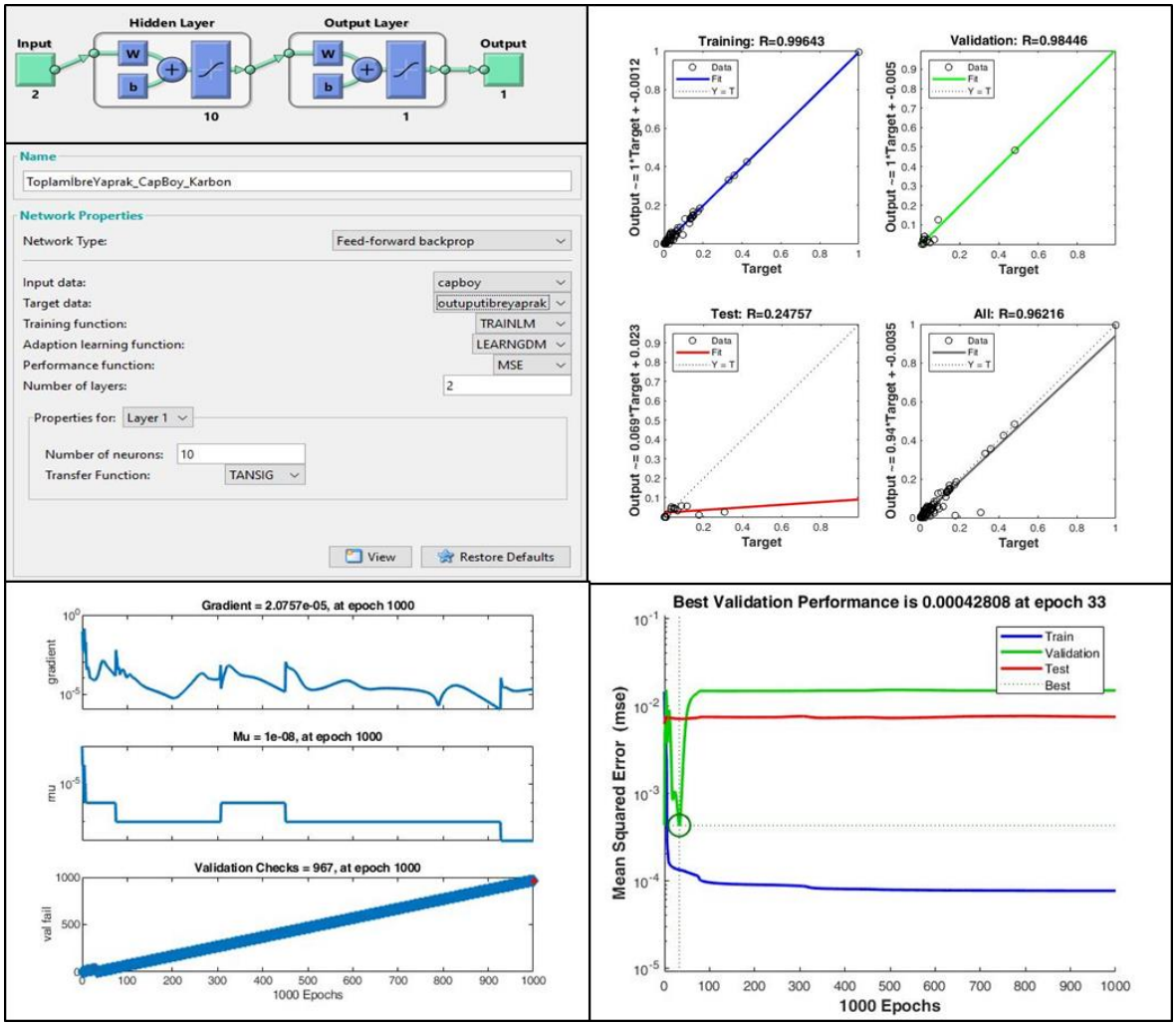
Tablo 107. Toplam yaprak karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Kn	16,0	22,0	2,0	1,7
Kn	20,3	19,4	2,5	1,0
Kn	15,1	15,4	3,5	0,9
Kn	30,8	25,8	4,3	0,2
Kn	24,2	19,5	32,2	25,8
Kn	30,3	20,9	4,3	7,5
Kn	19,9	22,8	1,1	0,8
Kn	8,5	6,8	0,4	0,2
Kn	6,0	8,0	0,4	0,2
Kn	33,1	18,4	48,0	39,9
Kn	37,6	25,1	3,8	3,7
Kn	42,1	26,9	4,3	4,8
Kn	23,0	18,4	1,9	2,4

Toplam Yaprak Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur.

- Karaçam + Kayın (Model-2, d/h)

Toplam İbre/Yaprak Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ibre/yaprak karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 23' te oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 967 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %96,2 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 33 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 23. Toplam ibre/yaprak karbon YSA model istatistik verileri

Toplam İbre/Yaprak Karbonu için 107 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 108'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %96,2'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 108. Toplam ibre/yaprak karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	29,7	45,8	45,7	Kn	30,7	27,3	2,4	45,7
Çk	59,8	25,1	35,7	35,6	Kn	16,4	21,4	1,9	35,6
Çk	40,6	23,1	38,8	38,2	Kn	20,7	19,5	1,2	38,2
Çk	53,6	24,5	107,5	106,9	Kn	16,3	17,3	5,3	106,9

Tablo 108’in devamı

Çk	34,2	23,8	10,4	5,1	Kn	15,2	11,9	0,9	5,1
Çk	34,9	23,2	14,0	11,6	Kn	21,1	15,6	3,9	11,6
Çk	58,2	28,3	15,6	15,7	Kn	19,4	17,1	1,5	15,7
Çk	24,8	14,5	19,8	19,9	Kn	47,4	35,1	51,8	19,9
Çk	20,7	15,3	9,6	6,3	Kn	20,3	13,7	1,0	6,3
Çk	20,7	18,7	3,5	1,8	Kn	20,3	17,2	3,8	1,8
Çk	24,9	19,2	7,7	2,6	Kn	17,8	13,9	2,3	2,6
Çk	22,1	16,8	5,4	4,6	Kn	14,0	16,6	0,8	4,6
Çk	20,3	15,6	12,6	6,3	Kn	14,8	14,0	1,1	6,3
Çk	25,9	15,9	3,9	4,8	Kn	21,4	18,5	1,8	4,8
Çk	28,2	20,2	3,9	5,2	Kn	16,1	14,1	0,7	5,2
Çk	18,0	15,2	7,4	3,7	Kn	19,9	12,8	1,6	3,7
Çk	6,2	9,2	0,1	0,1	Kn	20,8	18,6	3,1	0,1
Çk	31,4	24,8	7,5	7,7	Kn	14,7	14,5	0,2	7,7
Çk	63,0	33,0	9,1	9,2	Kn	7,3	9,6	0,4	9,2
Çk	20,3	13,1	19,2	1,3	Kn	2,4	3,8	0,2	1,3
Çk	19,2	16,3	2,0	2,7	Kn	26,5	20,4	33,2	2,7
Çk	17,3	11,6	0,6	0,1	Kn	9,6	11,8	0,4	0,1
Çk	21,0	17,3	5,3	2,4	Kn	13,7	13,2	0,3	2,4
Çk	21,6	13,5	2,2	4,4	Kn	12,5	11,2	0,8	4,4
Çk	18,1	14,0	3,2	3,0	Kn	12,4	12,1	1,2	3,0
Çk	21,0	12,1	1,7	2,1	Kn	13,2	14,4	0,2	2,1
Çk	13,5	11,6	0,1	0,1	Kn	13,8	13,1	0,4	0,1
Çk	16,8	10,6	0,8	0,1	Kn	14,0	13,2	0,3	0,1
Çk	16,5	13,5	0,4	0,3	Kn	9,5	10,8	0,4	0,3
Çk	19,4	14,1	3,9	2,6	Kn	5,7	11,7	0,2	2,6
Çk	25,1	17,0	6,0	4,1	Kn	10,0	11,0	0,3	4,1
Çk	5,5	5,8	0,7	0,1	Kn	7,5	12,2	0,2	0,1
Çk	44,7	25,5	14,6	14,0	Kn	14,0	15,7	0,3	14,0
Çk	46,6	26,3	14,3	14,1	Kn	13,3	16,1	0,3	14,1
Çk	40,6	23,8	11,6	14,0	Kn	25,0	19,4	2,2	14,0
Çk	48,8	27,1	15,5	14,7	Kn	57,8	32,9	6,2	14,7
Çk	51,7	28,3	16,2	16,3	Kn	16,9	15,2	1,4	16,3
Çk	51,3	28,1	16,4	16,0	Kn	50,0	30,0	5,5	16,0
Çk	19,5	14,2	3,9	2,7	Kn	53,9	31,5	5,8	2,7
Çk	14,9	11,7	2,7	0,1	Kn	13,0	12,9	1,1	0,1
Çk	47,7	26,7	14,8	14,4	Kn	19,1	16,4	1,6	14,4
Çk	48,0	26,8	14,5	14,5	Kn	44,7	28,0	4,8	14,5
Çk	27,5	18,1	6,5	5,0	Kn	12,2	12,4	0,9	5,0
Çk	53,8	29,1	16,1	18,0	Kn	59,5	33,5	6,6	18,0
Çk	59,0	31,0	18,8	18,2	Kn	53,8	31,5	5,5	18,2
Çk	19,1	13,9	3,5	2,0	Kn	54,0	31,5	5,9	2,0

Tablo 108'in devamı

Çk	5,2	5,6	0,6	0,1	Kn	34,2	23,6	3,5	0,1
Çk	32,2	20,2	7,7	9,0	Kn	54,8	31,8	6,8	9,0
Çk	8,6	8,0	1,1	0,1	Kn	26,8	20,3	2,5	0,1
Çk	20,3	14,6	3,9	3,5	Kn	40,1	26,1	4,1	3,5
Çk	37,8	22,7	9,8	13,5	Kn	34,8	23,9	3,3	13,5
					Kn	31,5	22,4	3,0	4,4
					Kn	21,3	17,6	1,7	0,1
					Kn	21,2	17,5	1,9	1,5
					Kn	45,9	28,5	5,0	0,9
					Kn	5,5	7,5	0,4	0,1

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 109' da gösterilmiştir.

Tablo 109. Toplam ibre/yaprak karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	23,7	2,4	Kn	16,0	22,0	2,0	0,1
Çk	19,6	14,7	0,3	5,4	Kn	20,3	19,4	2,5	1,4
Çk	40,0	26,6	9,6	3,6	Kn	15,1	15,4	3,5	1,4
Çk	29,8	19,4	6,1	9,1	Kn	30,8	25,8	4,3	7,9
Çk	44,8	22,5	21,9	107,4	Kn	24,2	19,5	32,2	2,3
Çk	46,5	30,0	70,4	2,0	Kn	30,3	20,9	4,3	8,7
Çk	10,7	10,2	0,3	0,1	Kn	19,9	22,8	1,1	0,2
Çk	10,5	6,0	0,3	0,1	Kn	8,5	6,8	0,4	0,1
Çk	2,6	2,6	0,2	0,1	Kn	6,0	8,0	0,4	0,1
Çk	40,2	23,6	12,7	14,0	Kn	33,1	18,4	48,0	69,3
Çk	22,5	15,7	5,2	3,9	Kn	37,6	25,1	3,8	5,8
Çk	9,1	8,2	1,4	0,1	Kn	42,1	26,9	4,3	5,8
					Kn	23,0	18,4	1,9	2,2

Toplam İbre/Yaprak Karbonu için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.2.2. Dal Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Karaçam türü için Dal Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 996 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %93,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 4 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 110' da sunulmuştur.

Tablo 110. Toplam dal karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	57,8	57,7	Çk	21,0	10,7	13,7
Çk	59,8	84,9	77,9	Çk	13,5	0,5	3,1
Çk	40,6	52,1	44,8	Çk	16,8	0,6	5,7
Çk	53,6	152,2	107,3	Çk	16,5	3,9	5,4
Çk	34,2	39,4	34,0	Çk	19,4	10,6	11,3
Çk	34,9	7,4	34,9	Çk	25,1	16,7	13,9
Çk	58,2	112,0	100,4	Çk	5,5	0,5	1,3
Çk	24,8	23,8	14,1	Çk	44,7	45,6	48,3
Çk	20,7	8,1	13,4	Çk	46,6	50,1	47,8
Çk	20,7	3,5	13,4	Çk	40,6	39,9	44,8
Çk	24,9	11,3	14,0	Çk	48,8	54,5	49,7
Çk	22,1	9,5	14,2	Çk	51,7	62,4	75,0
Çk	20,3	11,0	12,9	Çk	51,3	59,2	68,3
Çk	25,9	11,9	13,3	Çk	19,5	10,6	11,5
Çk	28,2	7,3	11,2	Çk	14,9	6,4	4,1
Çk	18,0	10,5	7,9	Çk	47,7	39,1	48,2
Çk	6,2	0,3	1,1	Çk	48,0	50,7	48,5
Çk	31,4	23,4	21,6	Çk	27,5	19,8	11,6
Çk	63,0	51,9	61,3	Çk	53,8	77,8	109,4
Çk	20,3	13,5	12,9	Çk	59,0	69,2	88,7
Çk	19,2	7,2	10,8	Çk	19,1	9,4	10,6
Çk	17,3	4,2	6,5	Çk	5,2	0,4	1,4
Çk	21,0	34,1	13,7	Çk	32,2	23,3	26,7

Tablo 110'nun devamı

Çk	21,6	14,1	14,0	Çk	8,6	1,3	0,9
Çk	18,1	13,9	8,1	Çk	20,3	10,1	12,9
				Çk	37,8	32,0	37,3

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 111' de gösterilmiştir.

Tablo 111. Toplam dal karbonu test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	105,9	54,6
Çk	19,6	1,3	11,7
Çk	40,0	21,4	42,9
Çk	29,8	12,1	13,3
Çk	44,8	50,2	48,3
Çk	46,5	72,3	47,8
Çk	10,7	1,4	1,2
Çk	10,5	2,5	1,1
Çk	2,6	0,3	7,0
Çk	40,2	38,4	43,5
Çk	22,5	13,7	14,3
Çk	9,1	1,7	0,9

Toplam Dal Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Dal Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Dal Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 112).

Tablo 112. Toplam dal karbon tablosu

Çap Kademesi (cm)	Çap Kademesi Ortası (cm)	Karbonu (kg)
0-4	2	1,0
4-8	6	1,1
8-12	10	3,5
12-16	14	7,9
16-20	18	9,6
20-24	22	13,2
24-28	26	14,0
28-32	30	14,2
32-36	34	33,6
36-40	38	37,6
40-44	42	47,8
44-48	46	47,9
48-52	50	54,0
52-56	54	54,5
56-60	58	55,4
60-64	62	63,7
64-68	66	103,0
68-72	70	111,2

- Kayın (Model-1, d)

Kayın ağaç türü için Dal Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 999 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %85,3 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 1 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 113' te sunulmuştur.

Tablo 113. Toplam dal karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	30,7	8,4	16,1	Kn	9,5	3,1	3,7
Kn	16,4	11,2	7,7	Kn	5,7	1,1	1,9
Kn	20,7	17,1	12,2	Kn	10,0	2,1	4,2

Tablo 113'ün devamı

Kn	16,3	20,6	7,7	Kn	7,5	1,8	2,2
Kn	15,2	13,7	7,0	Kn	14,0	5,4	6,3
Kn	21,1	21,8	13,6	Kn	13,3	3,7	6,0
Kn	19,4	8,2	9,5	Kn	25,0	20,8	24,7
Kn	47,4	69,6	49,9	Kn	57,8	94,8	106,7
Kn	20,3	11,2	11,1	Kn	16,9	11,7	8,0
Kn	20,3	26,0	11,1	Kn	50,0	69,3	70,0
Kn	17,8	13,3	8,4	Kn	53,9	81,5	95,3
Kn	14,0	3,2	6,3	Kn	13,0	7,1	5,9
Kn	14,8	7,7	6,7	Kn	19,1	13,4	9,2
Kn	21,4	20,4	14,9	Kn	44,7	60,1	23,7
Kn	16,1	14,0	7,5	Kn	12,2	6,7	5,6
Kn	19,9	11,5	10,3	Kn	59,5	95,6	111,1
Kn	20,8	18,4	12,6	Kn	53,8	75,6	94,6
Kn	14,7	6,8	6,6	Kn	54,0	80,9	96,0
Kn	7,3	1,4	2,1	Kn	34,2	37,8	34,1
Kn	2,4	0,8	4,0	Kn	54,8	82,3	100,3
Kn	26,5	123,8	23,2	Kn	26,8	25,0	22,5
Kn	9,6	6,0	3,8	Kn	40,1	47,7	40,9
Kn	13,7	13,8	6,1	Kn	34,8	37,3	41,4
Kn	12,5	10,2	5,7	Kn	31,5	29,4	16,9
Kn	12,4	7,6	5,7	Kn	21,3	15,1	14,4
Kn	13,2	9,2	5,9	Kn	21,2	15,9	14,0
Kn	13,8	10,5	6,2	Kn	45,9	58,3	31,1
Kn	14,0	4,9	6,3	Kn	5,5	1,5	1,9

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 114' de gösterilmiştir.

Tablo 114. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Kn	16,0	13,9	7,5
Kn	20,3	16,8	11,1
Kn	15,1	11,3	6,9
Kn	30,8	29,6	16,2
Kn	24,2	43,8	24,3
Kn	30,3	31,2	16,1
Kn	19,9	9,3	10,3
Kn	8,5	5,9	2,8
Kn	6,0	1,0	1,9
Kn	33,1	62,4	23,2

Tablo 114'ün devamı

Kn	37,6	46,2	56,9
Kn	42,1	47,8	24,5
Kn	23,0	19,3	21,7

Toplam Dal Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

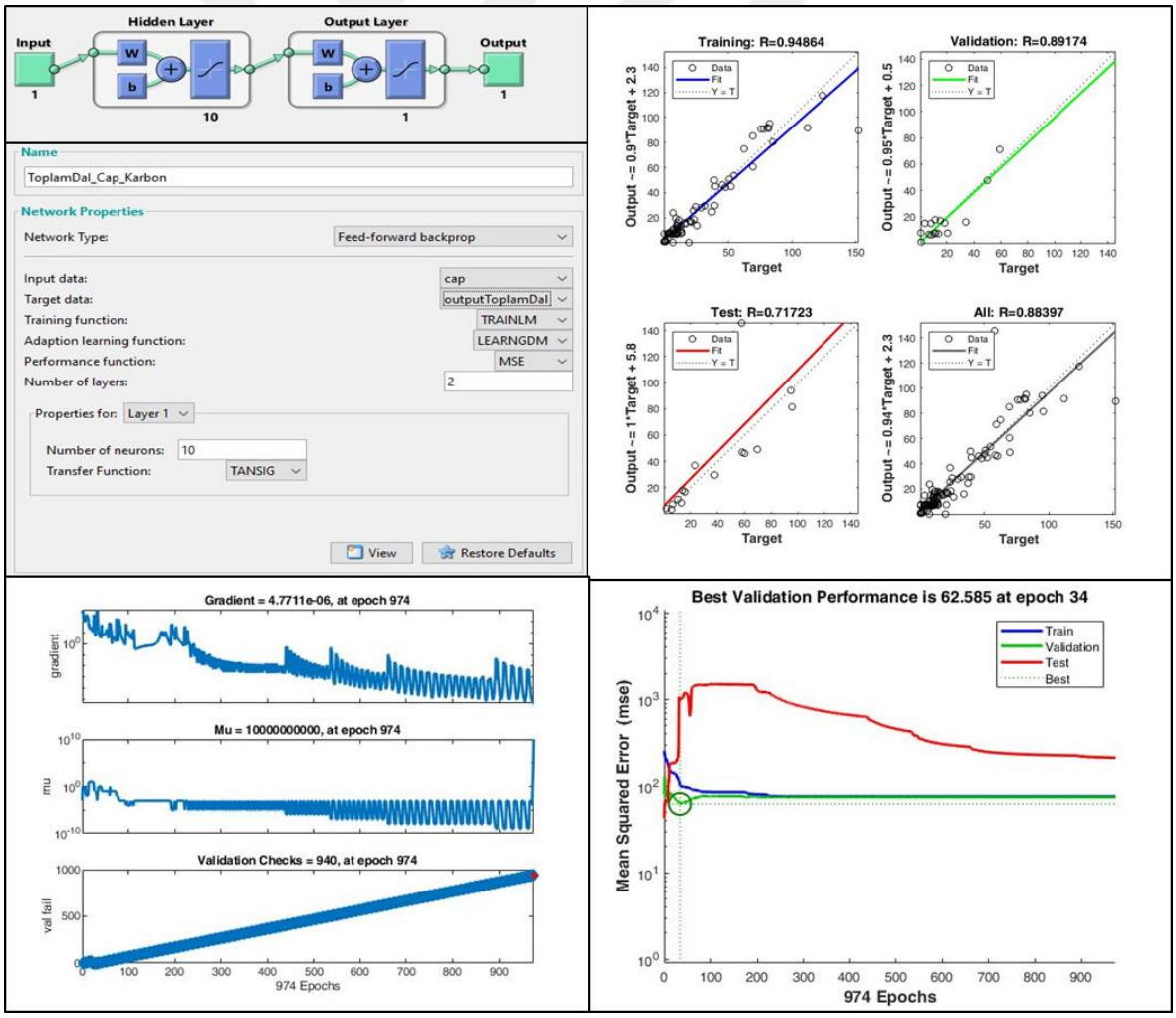
Toplam Dal Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Dal Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 115).

Tablo 115. Toplam dal karbon tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Karbon (kg)**
0-4	2	1,9
4-8	6	4,2
8-12	10	4,8
12-16	14	6,3
16-20	18	8,5
20-24	22	16,1
24-28	26	17,6
28-32	30	24,0
32-36	34	24,9
36-40	38	31,7
40-44	42	32,1
44-48	46	56,2
48-52	50	70,0
52-56	54	96,0
56-60	58	107,1
60-64	62	115,0
64-68	66	115,6
68-72	70	115,6

- Karaçam + Kayın (Model-2, d)

Toplam Dal Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve sonuç kısmıda toplam dal karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 24' te oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 940 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %88,4 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 34 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 24. Toplam dal karbonu ysa model istatistik verileri

Toplam Dal Karbonu için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 116'da sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %88,4'lük bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 116. Toplam dal karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbonu (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	57,8	145,7	Kn	30,7	8,4	6,3
Çk	59,8	84,9	80,3	Kn	16,4	11,2	7,7
Çk	40,6	52,1	44,9	Kn	20,7	17,1	15,1
Çk	53,6	152,2	89,6	Kn	16,3	20,6	7,6
Çk	34,2	39,4	29,6	Kn	15,2	13,7	7,4
Çk	34,9	7,4	23,9	Kn	21,1	21,8	16,4
Çk	58,2	112,0	91,6	Kn	19,4	8,2	11,0
Çk	24,8	23,8	18,5	Kn	47,4	69,6	49,1
Çk	20,7	8,1	15,1	Kn	20,3	11,2	13,7
Çk	20,7	3,5	15,1	Kn	20,3	26,0	13,7
Çk	24,9	11,3	17,8	Kn	17,8	13,3	8,4
Çk	22,1	9,5	19,5	Kn	14,0	3,2	7,2
Çk	20,3	11,0	13,7	Kn	14,8	7,7	7,4
Çk	25,9	11,9	18,2	Kn	21,4	20,4	17,4
Çk	28,2	7,3	0,3	Kn	16,1	14,0	7,6
Çk	18,0	10,5	8,6	Kn	19,9	11,5	12,4
Çk	6,2	0,3	1,0	Kn	20,8	18,4	15,4
Çk	31,4	23,4	25,6	Kn	14,7	6,8	7,3
Çk	63,0	51,9	136,7	Kn	7,3	1,4	1,2
Çk	20,3	13,5	13,7	Kn	2,4	0,8	0,9
Çk	19,2	7,2	10,5	Kn	26,5	123,8	117,6
Çk	17,3	4,2	8,1	Kn	9,6	6,0	3,3
Çk	21,0	34,1	16,1	Kn	13,7	13,8	7,2
Çk	21,6	14,1	18,1	Kn	12,5	10,2	6,9
Çk	18,1	13,9	8,7	Kn	12,4	7,6	6,8
Çk	21,0	10,7	16,1	Kn	13,2	9,2	7,1
Çk	13,5	0,5	7,2	Kn	13,8	10,5	7,2
Çk	16,8	0,6	7,8	Kn	14,0	4,9	7,2
Çk	16,5	3,9	7,7	Kn	9,5	3,1	3,2
Çk	19,4	10,6	11,0	Kn	5,7	1,1	1,0
Çk	25,1	16,7	16,0	Kn	10,0	2,1	4,0
Çk	5,5	0,5	0,9	Kn	7,5	1,8	1,3

Tablo 116'nın devamı

Çk	44,7	45,6	46,1	Kn	14,0	5,4	7,2
Çk	46,6	50,1	47,7	Kn	13,3	3,7	7,1
Çk	40,6	39,9	44,9	Kn	25,0	20,8	16,9
Çk	48,8	54,5	53,6	Kn	57,8	94,8	94,1
Çk	51,7	62,4	74,9	Kn	16,9	11,7	7,8
Çk	51,3	59,2	71,2	Kn	50,0	69,3	60,5
Çk	19,5	10,6	11,3	Kn	53,9	81,5	91,3
Çk	14,9	6,4	7,4	Kn	13,0	7,1	7,0
Çk	47,7	39,1	49,8	Kn	19,1	13,4	10,3
Çk	48,0	50,7	50,6	Kn	44,7	60,1	46,1
Çk	27,5	19,8	0,3	Kn	12,2	6,7	6,7
Çk	53,8	77,8	90,7	Kn	59,5	95,6	81,5
Çk	59,0	69,2	85,1	Kn	53,8	75,6	90,7
Çk	19,1	9,4	10,3	Kn	54,0	80,9	91,8
Çk	5,2	0,4	0,9	Kn	34,2	37,8	29,6
Çk	32,2	23,3	36,9	Kn	54,8	82,3	95,0
Çk	8,6	1,3	2,0	Kn	26,8	25,0	28,7
Çk	20,3	10,1	13,7	Kn	40,1	47,7	44,2
Çk	37,8	32,0	29,4	Kn	34,8	37,3	24,6
				Kn	31,5	29,4	27,9
				Kn	21,3	15,1	17,1
				Kn	21,2	15,9	16,8
				Kn	45,9	58,3	46,9
				Kn	5,5	1,5	0,9

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 117' de gösterilmiştir.

Tablo 117. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Toplam Dal Karbonu (kg)**	**Toplam Dal Karbonu (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Toplam Dal Karbonu (kg)**	**Toplam Dal Karbonu (kg) Model**
Çk	67,0	105,9	147,5	Kn	16,0	13,9	7,6
Çk	19,6	1,3	11,5	Kn	20,3	16,8	13,7
Çk	40,0	21,4	44,0	Kn	15,1	11,3	7,4
Çk	29,8	12,1	0,3	Kn	30,8	29,6	8,7
Çk	44,8	50,2	46,2	Kn	24,2	43,8	21,3
Çk	46,5	72,3	47,6	Kn	30,3	31,2	1,0

Tablo 117'nin devamı

Çk	10,7	1,4	5,2	Kn	19,9	9,3	12,4
Çk	10,5	2,5	4,9	Kn	8,5	5,9	1,9
Çk	2,6	0,3	0,9	Kn	6,0	1,0	1,0
Çk	40,2	38,4	44,4	Kn	33,1	62,4	36,9
Çk	22,5	13,7	20,3	Kn	37,6	46,2	27,3
Çk	9,1	1,7	2,6	Kn	42,1	47,8	45,6
				Kn	23,0	19,3	21,2

Toplam Dal Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Dal Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Dal Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 118).

Tablo 118. Toplam dal karbon (Çk+Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Karbonu (kg)**
0-4	2	0,9
4-8	6	1,0
8-12	10	4,0
12-16	14	7,2
16-20	18	8,6
20-24	22	19,2
24-28	26	25,1
28-32	30	0,3
32-36	34	31,2
36-40	38	31,5
40-44	42	45,6
44-48	46	47,0
48-52	50	60,5
52-56	54	91,8
56-60	58	92,9
60-64	62	117,7
64-68	66	147,2
68-72	70	147,7

- Karaçam (Model-1, d/h)

Karaçam türü için Dal Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 682 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %97,3 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 318 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 119'da sunulmuştur.

Tablo 119. Toplam dal karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	64,6	29,7	57,8	57,9	Çk	21,0	12,1	10,7	10,9
Çk	59,8	25,1	84,9	84,9	Çk	13,5	11,6	0,5	0,3
Çk	40,6	23,1	52,1	52,1	Çk	16,8	10,6	0,6	0,4
Çk	53,6	24,5	152,2	150,9	Çk	16,5	13,5	3,9	4,7
Çk	34,2	23,8	39,4	39,6	Çk	19,4	14,1	10,6	10,9
Çk	34,9	23,2	7,4	30,7	Çk	25,1	17,0	16,7	16,8
Çk	58,2	28,3	112,0	112,0	Çk	5,5	5,8	0,5	0,3
Çk	24,8	14,5	23,8	23,8	Çk	44,7	25,5	45,6	45,0
Çk	20,7	15,3	8,1	8,8	Çk	46,6	26,3	50,1	48,9
Çk	20,7	18,7	3,5	3,5	Çk	40,6	23,8	39,9	30,0
Çk	24,9	19,2	11,3	0,4	Çk	48,8	27,1	54,5	56,3
Çk	22,1	16,8	9,5	8,5	Çk	51,7	28,3	62,4	57,6
Çk	20,3	15,6	11,0	10,6	Çk	51,3	28,1	59,2	59,2
Çk	25,9	15,9	11,9	11,9	Çk	19,5	14,2	10,6	11,4
Çk	28,2	20,2	7,3	7,1	Çk	14,9	11,7	6,4	0,4
Çk	18,0	15,2	10,5	10,6	Çk	47,7	26,7	39,1	52,7
Çk	6,2	9,2	0,3	0,3	Çk	48,0	26,8	50,7	54,1
Çk	31,4	24,8	23,4	43,8	Çk	27,5	18,1	19,8	44,3
Çk	63,0	33,0	51,9	53,1	Çk	53,8	29,1	77,8	60,4
Çk	20,3	13,1	13,5	9,5	Çk	59,0	31,0	69,2	69,4
Çk	19,2	16,3	7,2	7,2	Çk	19,1	13,9	9,4	9,9
Çk	17,3	11,6	4,2	0,8	Çk	5,2	5,6	0,4	0,3
Çk	21,0	17,3	34,1	34,1	Çk	32,2	20,2	23,3	23,4
Çk	21,6	13,5	14,1	13,8	Çk	8,6	8,0	1,3	0,3
Çk	18,1	14,0	13,9	13,0	Çk	20,3	14,6	10,1	9,6
					Çk	37,8	22,7	32,0	18,4

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 120' de gösterilmiştir.

Tablo 120. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	67,0	32,9	105,9	146,5
Çk	19,6	14,7	1,3	14,2
Çk	40,0	26,6	21,4	44,7
Çk	29,8	19,4	12,1	17,3
Çk	44,8	22,5	50,2	151,6
Çk	46,5	30,0	72,3	45,7
Çk	10,7	10,2	1,4	0,3
Çk	10,5	6,0	2,5	0,3
Çk	2,6	2,6	0,3	0,3
Çk	40,2	23,6	38,4	28,9
Çk	22,5	15,7	13,7	2,4
Çk	9,1	8,2	1,7	0,3

Toplam Dal Karbonu için aynı çap/boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

- Kayın (Model-1, d/h)

Kayın türü için Dal Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 990 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %83,6 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 10 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 121'de sunulmuştur.

Tablo 121. Toplam dal karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	30,7	27,3	8,4	76,6	Kn	9,5	10,8	3,1	3,3
Kn	16,4	21,4	11,2	7,4	Kn	5,7	11,7	1,1	1,5
Kn	20,7	19,5	17,1	15,9	Kn	10,0	11,0	2,1	3,7
Kn	16,3	17,3	20,6	7,6	Kn	7,5	12,2	1,8	2,0
Kn	15,2	11,9	13,7	9,0	Kn	14,0	15,7	5,4	6,4
Kn	21,1	15,6	21,8	11,1	Kn	13,3	16,1	3,7	5,7
Kn	19,4	17,1	8,2	10,2	Kn	25,0	19,4	20,8	91,8
Kn	47,4	35,1	69,6	68,7	Kn	57,8	32,9	94,8	91,9
Kn	20,3	13,7	11,2	11,1	Kn	16,9	15,2	11,7	9,1
Kn	20,3	17,2	26,0	11,0	Kn	50,0	30,0	69,3	64,7
Kn	17,8	13,9	13,3	10,3	Kn	53,9	31,5	81,5	79,2
Kn	14,0	16,6	3,2	6,1	Kn	13,0	12,9	7,1	6,5
Kn	14,8	14,0	7,7	7,9	Kn	19,1	16,4	13,4	10,1
Kn	21,4	18,5	20,4	15,2	Kn	44,7	28,0	60,1	52,1
Kn	16,1	14,1	14,0	9,0	Kn	12,2	12,4	6,7	5,7
Kn	19,9	12,8	11,5	11,3	Kn	59,5	33,5	95,6	95,3
Kn	20,8	18,6	18,4	13,6	Kn	53,8	31,5	75,6	78,9
Kn	14,7	14,5	6,8	7,6	Kn	54,0	31,5	80,9	79,4
Kn	7,3	9,6	1,4	2,0	Kn	34,2	23,6	37,8	32,5
Kn	2,4	3,8	0,8	1,4	Kn	54,8	31,8	82,3	82,5
Kn	26,5	20,4	123,8	115,8	Kn	26,8	20,3	25,0	115,1
Kn	9,6	11,8	6,0	3,3	Kn	40,1	26,1	47,7	42,3
Kn	13,7	13,2	13,8	7,2	Kn	34,8	23,9	37,3	32,7
Kn	12,5	11,2	10,2	6,3	Kn	31,5	22,4	29,4	48,5
Kn	12,4	12,1	7,6	6,0	Kn	21,3	17,6	15,1	12,7
Kn	13,2	14,4	9,2	6,2	Kn	21,2	17,5	15,9	12,4
Kn	13,8	13,1	10,5	7,3	Kn	45,9	28,5	58,3	54,7
Kn	14,0	13,2	4,9	7,5	Kn	5,5	7,5	1,5	1,6

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 122' de gösterilmiştir.

Tablo 122. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbonu (kg)	Karbonu (kg) Model
Kn	16,0	22,0	13,9	7,5
Kn	20,3	19,4	16,8	13,7
Kn	15,1	15,4	11,3	7,5
Kn	30,8	25,8	29,6	72,3

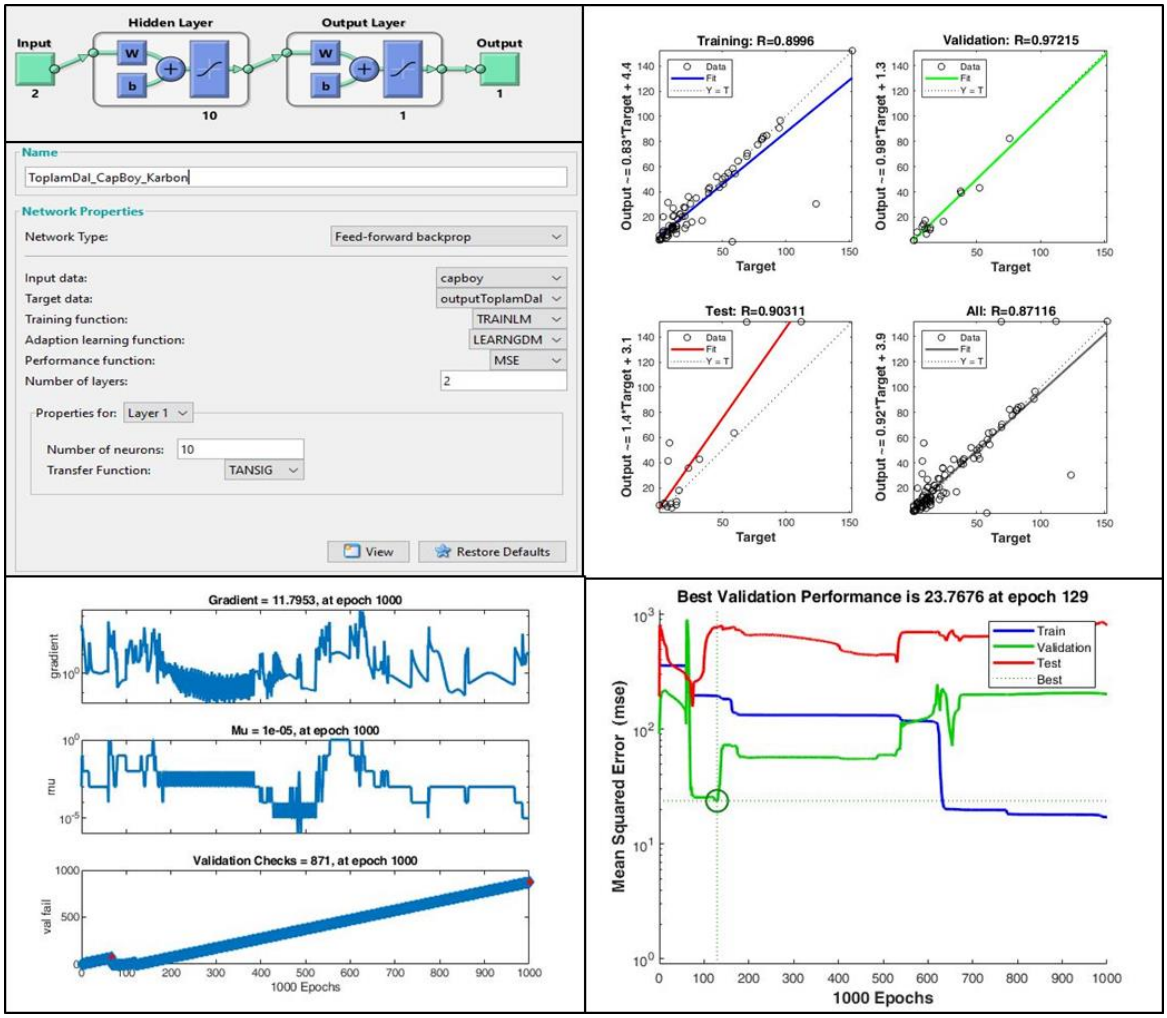
Tablo 122'nin devamı

Kn	24,2	19,5	43,8	74,4
Kn	30,3	20,9	31,2	71,2
Kn	19,9	22,8	9,3	47,3
Kn	8,5	6,8	5,9	2,6
Kn	6,0	8,0	1,0	1,7
Kn	33,1	18,4	62,4	25,5
Kn	37,6	25,1	46,2	37,0
Kn	42,1	26,9	47,8	46,5
Kn	23,0	18,4	19,3	25,1

Toplam Dal Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

- *Karaçam + Kayın (Model-2, d/h)*

Toplam Dal Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam dal karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 25' te oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 871 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %87,1 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 129 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 25. Toplam dal karbonu ysa model istatistik verileri

Toplam Dal Karbonu için 107 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 123' te sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %87,1'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 123. Toplam dal karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	29,7	57,8	0,3	Kn	30,7	27,3	8,4	55,7
Çk	59,8	25,1	84,9	84,8	Kn	16,4	21,4	11,2	20,4
Çk	40,6	23,1	52,1	43,2	Kn	20,7	19,5	17,1	22,0
Çk	53,6	24,5	152,2	152,2	Kn	16,3	17,3	20,6	10,9
Çk	34,2	23,8	39,4	38,9	Kn	15,2	11,9	13,7	6,4

Tablo 123’ün devamı

Çk	34,9	23,2	7,4	41,4	Kn	21,1	15,6	21,8	13,8
Çk	58,2	28,3	112,0	152,2	Kn	19,4	17,1	8,2	14,5
Çk	24,8	14,5	23,8	16,5	Kn	47,4	35,1	69,6	70,6
Çk	20,7	15,3	8,1	12,9	Kn	20,3	13,7	11,2	11,6
Çk	20,7	18,7	3,5	20,0	Kn	20,3	17,2	26,0	15,9
Çk	24,9	19,2	11,3	26,8	Kn	17,8	13,9	13,3	10,0
Çk	22,1	16,8	9,5	17,5	Kn	14,0	16,6	3,2	8,2
Çk	20,3	15,6	11,0	12,8	Kn	14,8	14,0	7,7	8,1
Çk	25,9	15,9	11,9	21,0	Kn	21,4	18,5	20,4	20,6
Çk	28,2	20,2	7,3	31,4	Kn	16,1	14,1	14,0	9,0
Çk	18,0	15,2	10,5	10,4	Kn	19,9	12,8	11,5	11,3
Çk	6,2	9,2	0,3	2,0	Kn	20,8	18,6	18,4	20,1
Çk	31,4	24,8	23,4	36,0	Kn	14,7	14,5	6,8	8,2
Çk	63,0	33,0	51,9	51,8	Kn	7,3	9,6	1,4	2,1
Çk	20,3	13,1	13,5	11,6	Kn	2,4	3,8	0,8	1,5
Çk	19,2	16,3	7,2	12,7	Kn	26,5	20,4	123,8	30,3
Çk	17,3	11,6	4,2	7,8	Kn	9,6	11,8	6,0	3,3
Çk	21,0	17,3	34,1	17,0	Kn	13,7	13,2	13,8	6,7
Çk	21,6	13,5	14,1	12,5	Kn	12,5	11,2	10,2	4,1
Çk	18,1	14,0	13,9	10,2	Kn	12,4	12,1	7,6	4,8
Çk	21,0	12,1	10,7	12,0	Kn	13,2	14,4	9,2	7,3
Çk	13,5	11,6	0,5	4,9	Kn	13,8	13,1	10,5	6,6
Çk	16,8	10,6	0,6	6,1	Kn	14,0	13,2	4,9	6,9
Çk	16,5	13,5	3,9	9,0	Kn	9,5	10,8	3,1	2,8
Çk	19,4	14,1	10,6	11,1	Kn	5,7	11,7	1,1	2,4
Çk	25,1	17,0	16,7	22,3	Kn	10,0	11,0	2,1	3,1
Çk	5,5	5,8	0,5	1,6	Kn	7,5	12,2	1,8	2,9
Çk	44,7	25,5	45,6	52,1	Kn	14,0	15,7	5,4	8,0
Çk	46,6	26,3	50,1	49,9	Kn	13,3	16,1	3,7	7,7
Çk	40,6	23,8	39,9	43,3	Kn	25,0	19,4	20,8	27,3
Çk	48,8	27,1	54,5	54,9	Kn	57,8	32,9	94,8	90,7
Çk	51,7	28,3	62,4	64,4	Kn	16,9	15,2	11,7	9,6
Çk	51,3	28,1	59,2	63,6	Kn	50,0	30,0	69,3	68,2
Çk	19,5	14,2	10,6	11,1	Kn	53,9	31,5	81,5	82,0
Çk	14,9	11,7	6,4	6,0	Kn	13,0	12,9	7,1	5,9
Çk	47,7	26,7	39,1	42,0	Kn	19,1	16,4	13,4	12,7
Çk	48,0	26,8	50,7	46,0	Kn	44,7	28,0	60,1	54,4
Çk	27,5	18,1	19,8	27,6	Kn	12,2	12,4	6,7	4,9
Çk	53,8	29,1	77,8	77,4	Kn	59,5	33,5	95,6	96,6
Çk	59,0	31,0	69,2	152,0	Kn	53,8	31,5	75,6	82,3
Çk	19,1	13,9	9,4	10,9	Kn	54,0	31,5	80,9	81,8
Çk	5,2	5,6	0,4	1,6	Kn	34,2	23,6	37,8	39,2

Tablo 123'ün devamı

Çk	32,2	20,2	23,3	35,7	Kn	54,8	31,8	82,3	83,9
Çk	8,6	8,0	1,3	2,0	Kn	26,8	20,3	25,0	30,4
Çk	20,3	14,6	10,1	11,9	Kn	40,1	26,1	47,7	43,5
Çk	37,8	22,7	32,0	42,7	Kn	34,8	23,9	37,3	40,7
					Kn	31,5	22,4	29,4	34,9
					Kn	21,3	17,6	15,1	18,3
					Kn	21,2	17,5	15,9	17,9
					Kn	45,9	28,5	58,3	58,5
					Kn	5,5	7,5	1,5	1,7

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 124' te gösterilmiştir.

Tablo 124. Toplam dal karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	105,9	0,3	Kn	16,0	22,0	13,9	21,5
Çk	19,6	14,7	1,3	11,4	Kn	20,3	19,4	16,8	21,2
Çk	40,0	26,6	21,4	43,8	Kn	15,1	15,4	11,3	8,6
Çk	29,8	19,4	12,1	31,6	Kn	30,8	25,8	29,6	38,1
Çk	44,8	22,5	50,2	65,0	Kn	24,2	19,5	43,8	26,5
Çk	46,5	30,0	72,3	47,4	Kn	30,3	20,9	31,2	33,4
Çk	10,7	10,2	1,4	2,9	Kn	19,9	22,8	9,3	28,3
Çk	10,5	6,0	2,5	1,9	Kn	8,5	6,8	5,9	1,8
Çk	2,6	2,6	0,3	1,5	Kn	6,0	8,0	1,0	1,8
Çk	40,2	23,6	38,4	43,2	Kn	33,1	18,4	62,4	38,1
Çk	22,5	15,7	13,7	15,8	Kn	37,6	25,1	46,2	43,1
Çk	9,1	8,2	1,7	2,1	Kn	42,1	26,9	47,8	44,2
					Kn	23,0	18,4	19,3	22,6

Toplam Dal Karbonu için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.2.3. Kabuk Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Karaçam türü için Kabuk Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 999 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %86,3 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 1 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 125' te sunulmuştur.

Tablo 125. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	11,4	66,8	Çk	21,0	5,9	11,7
Çk	59,8	73,6	71,6	Çk	13,5	2,8	7,8
Çk	40,6	28,4	31,1	Çk	16,8	3,5	7,5
Çk	53,6	55,5	52,0	Çk	16,5	3,7	7,5
Çk	34,2	21,5	16,8	Çk	19,4	5,6	10,0
Çk	34,9	26,3	17,1	Çk	25,1	9,5	14,4
Çk	58,2	77,0	69,4	Çk	5,5	0,4	9,4
Çk	24,8	6,9	14,2	Çk	44,7	33,0	24,3
Çk	20,7	4,9	11,5	Çk	46,6	36,7	21,0
Çk	20,7	8,1	11,5	Çk	40,6	26,5	31,1
Çk	24,9	13,4	14,2	Çk	48,8	38,1	21,3
Çk	22,1	10,0	12,3	Çk	51,7	46,0	35,3
Çk	20,3	5,9	11,1	Çk	51,3	43,7	31,7
Çk	25,9	8,4	15,1	Çk	19,5	5,6	10,1
Çk	28,2	10,9	16,2	Çk	14,9	3,2	7,4
Çk	18,0	6,8	8,1	Çk	47,7	37,7	20,7
Çk	6,2	0,4	10,5	Çk	48,0	37,7	20,7
Çk	31,4	16,5	16,5	Çk	27,5	12,0	15,9
Çk	63,0	94,1	71,0	Çk	53,8	46,7	53,2
Çk	20,3	3,8	11,1	Çk	59,0	58,9	70,8
Çk	19,2	4,0	9,7	Çk	19,1	5,5	9,5
Çk	17,3	2,5	7,7	Çk	5,2	0,3	8,8
Çk	21,0	9,6	11,7	Çk	32,2	15,0	16,6

Tablo 125'in devamı

Çk	21,6	6,6	12,0	Çk	8,6	1,0	12,0
Çk	18,1	5,4	8,2	Çk	20,3	6,0	11,1
				Çk	37,8	20,8	23,5

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 126' da gösterilmiştir.

Tablo 126. Toplam kabuk karbonu test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	70,1	29,5
Çk	19,6	6,6	10,3
Çk	40,0	44,7	30,5
Çk	29,8	10,6	16,4
Çk	44,8	65,7	24,0
Çk	46,5	63,3	21,1
Çk	10,7	2,3	10,5
Çk	10,5	0,6	10,8
Çk	2,6	0,1	5,4
Çk	40,2	26,5	30,7
Çk	22,5	7,6	12,5
Çk	9,1	1,1	11,9

Toplam Kabuk Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Kabuk Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Kabuk Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 127).

Tablo 127. Toplam kabuk karbon tablosu

Çap Kademesi (cm)	Çap Kademesi Ortası (cm)	Karbon (kg)
0-4	2	1,0
4-8	6	5,1
8-12	10	7,6
12-16	14	8,1
16-20	18	10,2
20-24	22	11,3
24-28	26	12,2
28-32	30	15,1
32-36	34	16,4
36-40	38	16,8
40-44	42	21,6
44-48	46	23,9
48-52	50	24,4
52-56	54	30,8
56-60	58	52,4
60-64	62	54,2
64-68	66	68,9
68-72	70	71,8

- Kayın (Model-1, d)

Kayın ağaç türü için Kabuk Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 621 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %98,5 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 379 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 128' de sunulmuştur.

Tablo 128. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	30,7	9,5	9,5	Kn	9,5	0,8	0,6
Kn	16,4	6,4	4,3	Kn	5,7	0,3	0,3
Kn	20,7	12,9	6,2	Kn	10,0	0,7	0,6

Tablo 128’in devamı

Kn	16,3	5,3	4,2	Kn	7,5	0,7	0,5
Kn	15,2	1,4	3,1	Kn	14,0	1,1	1,9
Kn	21,1	6,2	6,5	Kn	13,3	2,0	1,4
Kn	19,4	7,6	5,7	Kn	25,0	10,4	10,4
Kn	47,4	19,4	46,7	Kn	57,8	78,8	78,8
Kn	20,3	5,8	6,1	Kn	16,9	3,4	4,6
Kn	20,3	10,8	6,1	Kn	50,0	55,2	55,2
Kn	17,8	4,2	5,1	Kn	53,9	65,7	66,3
Kn	14,0	2,2	1,9	Kn	13,0	1,7	1,3
Kn	14,8	3,6	2,7	Kn	19,1	4,6	5,6
Kn	21,4	7,6	6,7	Kn	44,7	39,4	39,4
Kn	16,1	3,8	4,0	Kn	12,2	1,1	0,9
Kn	19,9	4,2	5,9	Kn	59,5	88,5	88,5
Kn	20,8	5,6	6,3	Kn	53,8	63,3	66,1
Kn	14,7	2,1	2,6	Kn	54,0	70,5	66,5
Kn	7,3	0,4	0,5	Kn	34,2	18,1	18,1
Kn	2,4	0,0	0,0	Kn	54,8	67,7	68,3
Kn	26,5	5,8	5,8	Kn	26,8	10,7	3,9
Kn	9,6	0,5	0,6	Kn	40,1	31,8	31,8
Kn	13,7	0,9	1,7	Kn	34,8	20,5	20,4
Kn	12,5	0,6	1,0	Kn	31,5	16,8	16,8
Kn	12,4	0,9	1,0	Kn	21,3	5,9	6,6
Kn	13,2	1,6	1,4	Kn	21,2	5,7	6,5
Kn	13,8	1,8	1,8	Kn	45,9	36,7	42,4
Kn	14,0	1,3	1,9	Kn	5,5	0,2	0,3

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 129’ da gösterilmiştir.

Tablo 129. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Kn	16,0	7,3	3,9
Kn	20,3	4,0	6,1
Kn	15,1	2,3	3,0
Kn	30,8	22,5	10,7
Kn	24,2	7,6	9,2
Kn	30,3	14,0	5,4
Kn	19,9	9,6	5,9
Kn	8,5	0,7	0,6
Kn	6,0	0,3	0,4
Kn	33,1	8,1	15,4

Tablo 129'un devamı

Kn	37,6	24,6	28,4
Kn	42,1	34,4	34,6
Kn	23,0	7,2	8,1

Toplam Kabuk Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

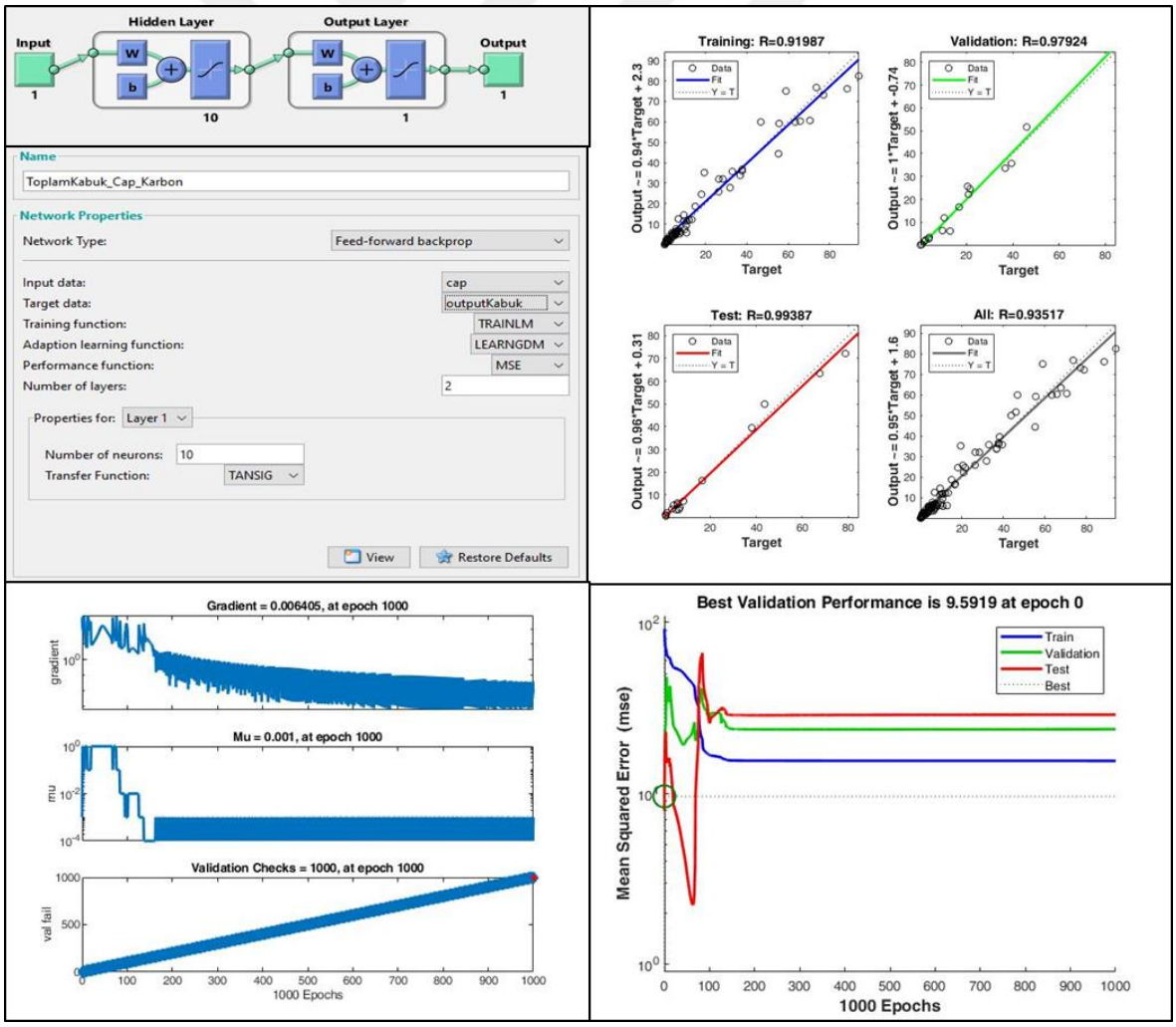
Toplam Kabuk Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Kabuk Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 130).

Tablo 130. Toplam kabuk karbon tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Karbon (kg)**
0-4	2	0,02
4-8	6	0,4
8-12	10	0,6
12-16	14	1,9
16-20	18	3,2
20-24	22	5,2
24-28	26	7,2
28-32	30	9,0
32-36	34	17,3
36-40	38	29,0
40-44	42	34,4
44-48	46	42,7
48-52	50	55,2
52-56	54	66,5
56-60	58	80,6
60-64	62	86,9
64-68	66	88,3
68-72	70	88,5

- Karaçam + Kayın (Model-2, d)

Toplam Kabuk Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 26' da oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %93,5 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 0 iterasyonda (ilk seferde) elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 26. Toplam kabuk karbonu YSA model istatistik verileri

Toplam Kabuk Karbonu için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 131'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %93,5'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 131. Toplam kabuk karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	11,4	84,6	Kn	30,7	9,5	14,5
Çk	59,8	73,6	76,8	Kn	16,4	6,4	3,6
Çk	40,6	28,4	32,0	Kn	20,7	12,9	6,1
Çk	53,6	55,5	59,2	Kn	16,3	5,3	3,5
Çk	34,2	21,5	24,6	Kn	15,2	1,4	2,9
Çk	34,9	26,3	25,8	Kn	21,1	6,2	6,4
Çk	58,2	77,0	73,2	Kn	19,4	7,6	5,2
Çk	24,8	6,9	12,5	Kn	47,4	19,4	35,2
Çk	20,7	4,9	6,1	Kn	20,3	5,8	5,8
Çk	20,7	8,1	6,1	Kn	20,3	10,8	5,8
Çk	24,9	13,4	12,2	Kn	17,8	4,2	4,3
Çk	22,1	10,0	7,4	Kn	14,0	2,2	2,2
Çk	20,3	5,9	5,8	Kn	14,8	3,6	2,7
Çk	25,9	8,4	7,3	Kn	21,4	7,6	6,7
Çk	28,2	10,9	11,6	Kn	16,1	3,8	3,4
Çk	18,0	6,8	4,4	Kn	19,9	4,2	5,5
Çk	6,2	0,4	0,0	Kn	20,8	5,6	6,2
Çk	31,4	16,5	16,3	Kn	14,7	2,1	2,6
Çk	63,0	94,1	82,4	Kn	7,3	0,4	0,1
Çk	20,3	3,8	5,8	Kn	2,4	0,0	0,0
Çk	19,2	4,0	5,1	Kn	26,5	5,8	7,7
Çk	17,3	2,5	4,0	Kn	9,6	0,5	0,7
Çk	21,0	9,6	6,3	Kn	13,7	0,9	2,0
Çk	21,6	6,6	6,9	Kn	12,5	0,6	1,3
Çk	18,1	5,4	4,5	Kn	12,4	0,9	1,3
Çk	21,0	5,9	6,3	Kn	13,2	1,6	1,7
Çk	13,5	2,8	1,9	Kn	13,8	1,8	2,1
Çk	16,8	3,5	3,8	Kn	14,0	1,3	2,2
Çk	16,5	3,7	3,6	Kn	9,5	0,8	0,7
Çk	19,4	5,6	5,2	Kn	5,7	0,3	0,0
Çk	25,1	9,5	11,4	Kn	10,0	0,7	0,7
Çk	5,5	0,4	0,0	Kn	7,5	0,7	0,2

Tablo 131'in devamı

Çk	44,7	33,0	35,7	Kn	14,0	1,1	2,2
Çk	46,6	36,7	33,8	Kn	13,3	2,0	1,8
Çk	40,6	26,5	32,0	Kn	25,0	10,4	11,9
Çk	48,8	38,1	39,5	Kn	57,8	78,8	72,2
Çk	51,7	46,0	51,6	Kn	16,9	3,4	3,8
Çk	51,3	43,7	49,9	Kn	50,0	55,2	44,4
Çk	19,5	5,6	5,3	Kn	53,9	65,7	60,3
Çk	14,9	3,2	2,7	Kn	13,0	1,7	1,6
Çk	47,7	37,7	35,9	Kn	19,1	4,6	5,0
Çk	48,0	37,7	36,8	Kn	44,7	39,4	35,7
Çk	27,5	12,0	12,1	Kn	12,2	1,1	1,2
Çk	53,8	46,7	59,9	Kn	59,5	88,5	76,1
Çk	59,0	58,9	75,0	Kn	53,8	63,3	59,9
Çk	19,1	5,5	5,0	Kn	54,0	70,5	60,6
Çk	5,2	0,3	0,0	Kn	34,2	18,1	24,6
Çk	32,2	15,0	18,7	Kn	54,8	67,7	63,4
Çk	8,6	1,0	0,8	Kn	26,8	10,7	9,4
Çk	20,3	6,0	5,8	Kn	40,1	31,8	27,8
Çk	37,8	20,8	22,2	Kn	34,8	20,5	25,7
				Kn	31,5	16,8	16,6
				Kn	21,3	5,9	6,6
				Kn	21,2	5,7	6,5
				Kn	45,9	36,7	33,6
				Kn	5,5	0,2	0,02

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 132' da gösterilmiştir.

Tablo 132. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	70,1	87,2
Çk	19,6	6,6	5,3
Çk	40,0	44,7	27,1
Çk	29,8	10,6	12,6
Çk	44,8	65,7	35,4
Çk	46,5	63,3	33,7
Çk	10,7	2,3	0,7
Çk	10,5	0,6	0,7
Çk	2,6	0,1	0,0
Çk	40,2	26,5	28,6
Çk	22,5	7,6	8,1

Tablo 132'nin devamı

Çk	9,1	1,1	0,8
Kn	16,0	7,3	3,3
Kn	20,3	4,0	5,8
Kn	15,1	2,3	2,8
Kn	30,8	22,5	14,7
Kn	24,2	7,6	12,5
Kn	30,3	14,0	13,6
Kn	19,9	9,6	5,5
Kn	8,5	0,7	0,8
Kn	6,0	0,3	0,0
Kn	33,1	8,1	21,5
Kn	37,6	24,6	22,6
Kn	42,1	34,4	41,9
Kn	23,0	7,2	9,1

Toplam Kabuk Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA'dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Kabuk Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Kabuk Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 133).

Tablo 133. Toplam kabuk karbon (Çk+Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası(cm)**	**Karbon (kg)**
0-4	2	0,025
4-8	6	0,03
8-12	10	0,7
12-16	14	2,2
16-20	18	4,4
20-24	22	7,3
24-28	26	7,0
28-32	30	13,0
32-36	34	24,1
36-40	38	21,8
40-44	42	41,6
44-48	46	33,6

Tablo 133'ün devamı

48-52	50	44,4
52-56	54	60,6
56-60	58	72,7
60-64	62	80,9
64-68	66	86,2
68-72	70	89,6

- Karaçam (Model-1, d/h)

Karaçam türü için Kabuk Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 833 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,1 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 167 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 134' te sunulmuştur.

Tablo 134. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	64,6	29,7	11,4	14,7	Çk	21,0	12,1	5,9	5,3
Çk	59,8	25,1	73,6	73,6	Çk	13,5	11,6	2,8	2,8
Çk	40,6	23,1	28,4	28,3	Çk	16,8	10,6	3,5	2,1
Çk	53,6	24,5	55,5	55,5	Çk	16,5	13,5	3,7	6,0
Çk	34,2	23,8	21,5	21,6	Çk	19,4	14,1	5,6	5,2
Çk	34,9	23,2	26,3	26,3	Çk	25,1	17,0	9,5	9,7
Çk	58,2	28,3	77,0	75,6	Çk	5,5	5,8	0,4	0,7
Çk	24,8	14,5	6,9	7,1	Çk	44,7	25,5	33,0	33,8
Çk	20,7	15,3	4,9	5,7	Çk	46,6	26,3	36,7	36,2
Çk	20,7	18,7	8,1	1,9	Çk	40,6	23,8	26,5	25,7
Çk	24,9	19,2	13,4	8,8	Çk	48,8	27,1	38,1	38,4
Çk	22,1	16,8	10,0	9,8	Çk	51,7	28,3	46,0	46,1
Çk	20,3	15,6	5,9	6,5	Çk	51,3	28,1	43,7	44,3
Çk	25,9	15,9	8,4	7,9	Çk	19,5	14,2	5,6	5,2
Çk	28,2	20,2	10,9	11,0	Çk	14,9	11,7	3,2	2,8
Çk	18,0	15,2	6,8	8,4	Çk	47,7	26,7	37,7	37,3
Çk	6,2	9,2	0,4	1,8	Çk	48,0	26,8	37,7	37,7

Tablo 134'ün devamı

Çk	31,4	24,8	16,5	3,8	Çk	27,5	18,1	12,0	11,9
Çk	63,0	33,0	94,1	94,0	Çk	53,8	29,1	46,7	61,0
Çk	20,3	13,1	3,8	5,4	Çk	59,0	31,0	58,9	59,0
Çk	19,2	16,3	4,0	7,6	Çk	19,1	13,9	5,5	5,2
Çk	17,3	11,6	2,5	3,2	Çk	5,2	5,6	0,3	0,7
Çk	21,0	17,3	9,6	9,6	Çk	32,2	20,2	15,0	15,0
Çk	21,6	13,5	6,6	5,9	Çk	8,6	8,0	1,0	0,7
Çk	18,1	14,0	5,4	5,8	Çk	20,3	14,6	6,0	5,2
					Çk	37,8	22,7	20,8	21,5

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 135' de gösterilmiştir.

Tablo 135. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	70,1	94,1
Çk	19,6	14,7	6,6	5,6
Çk	40,0	26,6	44,7	22,4
Çk	29,8	19,4	10,6	11,6
Çk	44,8	22,5	65,7	51,7
Çk	46,5	30,0	63,3	40,2
Çk	10,7	10,2	2,3	1,3
Çk	10,5	6,0	0,6	0,7
Çk	2,6	2,6	0,1	0,7
Çk	40,2	23,6	26,5	25,0
Çk	22,5	15,7	7,6	5,5
Çk	9,1	8,2	1,1	0,7

Toplam Kabuk Karbonu için aynı çap/boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

- Kayın (Model-1, d/h)

Kayın türü için Kabuk Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kabuk karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 995 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,3 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 5 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 136'da sunulmuştur.

Tablo 136. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	30,7	27,3	9,5	1,5	Kn	9,5	10,8	0,8	1,1
Kn	16,4	21,4	6,4	0,2	Kn	5,7	11,7	0,3	0,5
Kn	20,7	19,5	12,9	3,2	Kn	10,0	11,0	0,7	1,1
Kn	16,3	17,3	5,3	2,1	Kn	7,5	12,2	0,7	0,6
Kn	15,2	11,9	1,4	2,1	Kn	14,0	15,7	1,1	1,8
Kn	21,1	15,6	6,2	6,7	Kn	13,3	16,1	2,0	1,2
Kn	19,4	17,1	7,6	4,8	Kn	25,0	19,4	10,4	8,3
Kn	47,4	35,1	19,4	19,6	Kn	57,8	32,9	78,8	77,1
Kn	20,3	13,7	5,8	5,3	Kn	16,9	15,2	3,4	3,8
Kn	20,3	17,2	10,8	5,6	Kn	50,0	30,0	55,2	53,7
Kn	17,8	13,9	4,2	4,0	Kn	53,9	31,5	65,7	67,2
Kn	14,0	16,6	2,2	1,3	Kn	13,0	12,9	1,7	1,7
Kn	14,8	14,0	3,6	2,5	Kn	19,1	16,4	4,6	5,1
Kn	21,4	18,5	7,6	5,3	Kn	44,7	28,0	39,4	37,6
Kn	16,1	14,1	3,8	3,2	Kn	12,2	12,4	1,1	1,5
Kn	19,9	12,8	4,2	4,4	Kn	59,5	33,5	88,5	80,0
Kn	20,8	18,6	5,6	4,5	Kn	53,8	31,5	63,3	67,1
Kn	14,7	14,5	2,1	2,5	Kn	54,0	31,5	70,5	67,4
Kn	7,3	9,6	0,4	1,0	Kn	34,2	23,6	18,1	20,3
Kn	2,4	3,8	0,0	1,2	Kn	54,8	31,8	67,7	69,9
Kn	26,5	20,4	5,8	9,2	Kn	26,8	20,3	10,7	9,7
Kn	9,6	11,8	0,5	1,0	Kn	40,1	26,1	31,8	28,7
Kn	13,7	13,2	0,9	2,0	Kn	34,8	23,9	20,5	21,1
Kn	12,5	11,2	0,6	1,4	Kn	31,5	22,4	16,8	16,1
Kn	12,4	12,1	0,9	1,5	Kn	21,3	17,6	5,9	6,2

Tablo 136'nın devamı

Kn	13,2	14,4	1,6	1,8	Kn	21,2	17,5	5,7	6,2
Kn	13,8	13,1	1,8	2,0	Kn	45,9	28,5	36,7	40,7
Kn	14,0	13,2	1,3	2,1	Kn	5,5	7,5	0,2	1,0

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 137' de gösterilmiştir.

Tablo 137. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

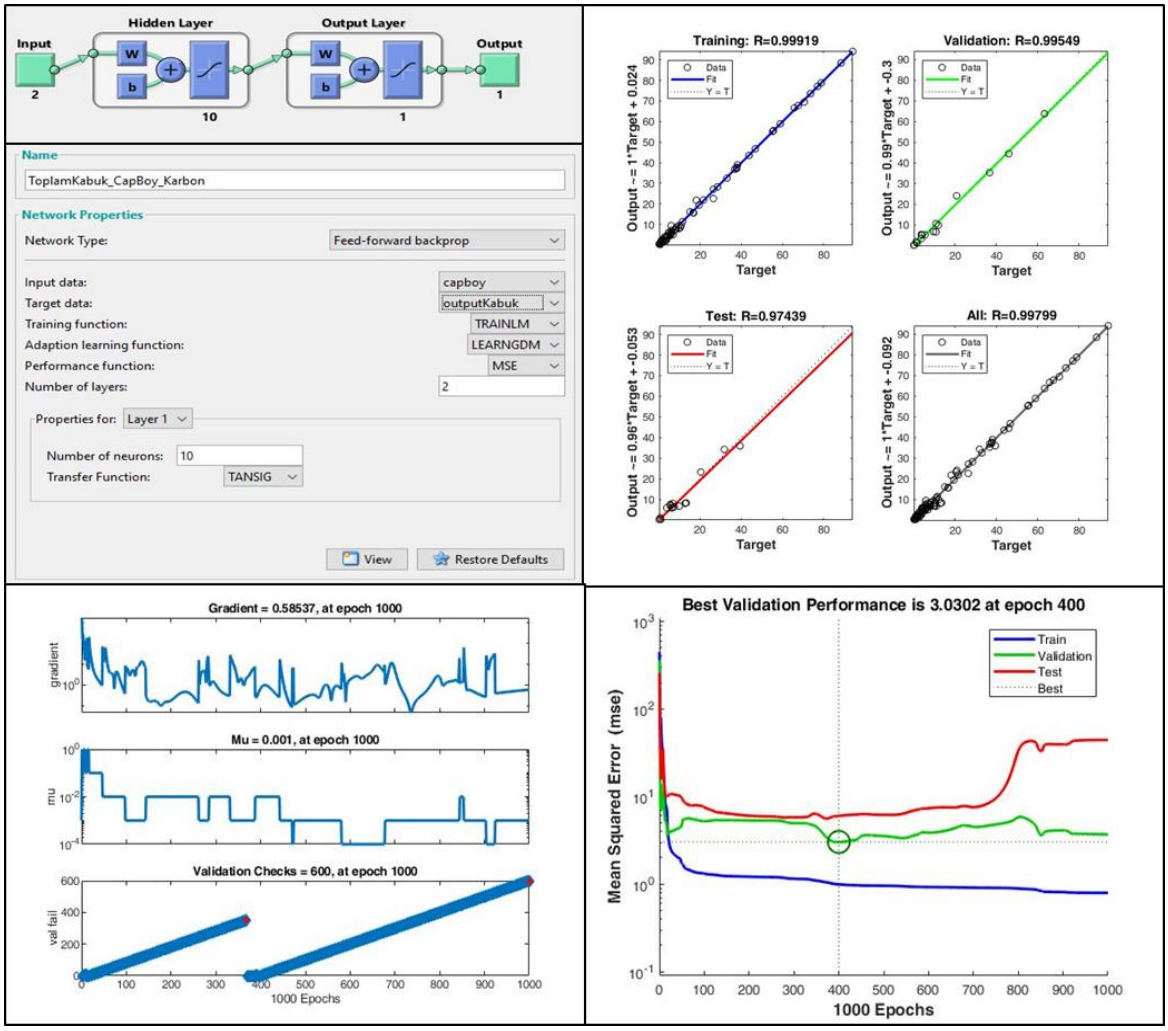
Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Kn	16,0	22,0	7,3	0,1
Kn	20,3	19,4	4,0	3,0
Kn	15,1	15,4	2,3	2,5
Kn	30,8	25,8	22,5	4,6
Kn	24,2	19,5	7,6	7,3
Kn	30,3	20,9	14,0	14,2
Kn	19,9	22,8	9,6	0,3
Kn	8,5	6,8	0,7	1,1
Kn	6,0	8,0	0,3	1,0
Kn	33,1	18,4	8,1	13,7
Kn	37,6	25,1	24,6	25,0
Kn	42,1	26,9	34,4	32,1
Kn	23,0	18,4	7,2	7,1

Toplam Kabuk Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

- Karaçam + Kayın (Model-2, d/h)

Toplam Kabuk Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve sonuç kısmı da toplam kabuk karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 27' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 600 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,8 olarak hesaplanmıştır.

Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA'ya ait en iyi sonucun 400 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 27. Toplam kabuk karbonu ysa model istatistik verileri

Toplam Kabuk Karbonu için 107 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 138'te sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %99,8'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 138. Toplam kabuk karbonu model tahmini ve gerçek veriler

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	29,7	11,4	11,4	Kn	30,7	27,3	9,5	9,5
Çk	59,8	25,1	73,6	73,6	Kn	16,4	21,4	6,4	5,9
Çk	40,6	23,1	28,4	28,3	Kn	20,7	19,5	12,9	8,2
Çk	53,6	24,5	55,5	55,5	Kn	16,3	17,3	5,3	4,6
Çk	34,2	23,8	21,5	21,9	Kn	15,2	11,9	1,4	2,5
Çk	34,9	23,2	26,3	22,6	Kn	21,1	15,6	6,2	6,2
Çk	58,2	28,3	77,0	77,0	Kn	19,4	17,1	7,6	6,5
Çk	24,8	14,5	6,9	8,2	Kn	47,4	35,1	19,4	19,4
Çk	20,7	15,3	4,9	6,0	Kn	20,3	13,7	5,8	5,5
Çk	20,7	18,7	8,1	7,6	Kn	20,3	17,2	10,8	6,7
Çk	24,9	19,2	13,4	8,4	Kn	17,8	13,9	4,2	4,5
Çk	22,1	16,8	10,0	6,8	Kn	14,0	16,6	2,2	2,3
Çk	20,3	15,6	5,9	6,0	Kn	14,8	14,0	3,6	2,6
Çk	25,9	15,9	8,4	8,7	Kn	21,4	18,5	7,6	7,6
Çk	28,2	20,2	10,9	10,7	Kn	16,1	14,1	3,8	3,5
Çk	18,0	15,2	6,8	5,0	Kn	19,9	12,8	4,2	5,2
Çk	6,2	9,2	0,4	0,3	Kn	20,8	18,6	5,6	7,6
Çk	31,4	24,8	16,5	15,7	Kn	14,7	14,5	2,1	2,6
Çk	63,0	33,0	94,1	94,0	Kn	7,3	9,6	0,4	0,3
Çk	20,3	13,1	3,8	5,4	Kn	2,4	3,8	0,0	0,4
Çk	19,2	16,3	4,0	6,0	Kn	26,5	20,4	5,8	9,5
Çk	17,3	11,6	2,5	3,7	Kn	9,6	11,8	0,5	0,5
Çk	21,0	17,3	9,6	6,9	Kn	13,7	13,2	0,9	1,8
Çk	21,6	13,5	6,6	6,1	Kn	12,5	11,2	0,6	1,1
Çk	18,1	14,0	5,4	4,7	Kn	12,4	12,1	0,9	1,1
Çk	21,0	12,1	5,9	5,8	Kn	13,2	14,4	1,6	1,6
Çk	13,5	11,6	2,8	1,5	Kn	13,8	13,1	1,8	1,8
Çk	16,8	10,6	3,5	3,3	Kn	14,0	13,2	1,3	1,9
Çk	16,5	13,5	3,7	3,6	Kn	9,5	10,8	0,8	0,5
Çk	19,4	14,1	5,6	5,2	Kn	5,7	11,7	0,3	0,3
Çk	25,1	17,0	9,5	8,0	Kn	10,0	11,0	0,7	0,5
Çk	5,5	5,8	0,4	0,3	Kn	7,5	12,2	0,7	0,3
Çk	44,7	25,5	33,0	32,5	Kn	14,0	15,7	1,1	2,2
Çk	46,6	26,3	36,7	35,3	Kn	13,3	16,1	2,0	1,8
Çk	40,6	23,8	26,5	27,1	Kn	25,0	19,4	10,4	8,5
Çk	48,8	27,1	38,1	39,0	Kn	57,8	32,9	78,8	78,8
Çk	51,7	28,3	46,0	44,5	Kn	16,9	15,2	3,4	4,4
Çk	51,3	28,1	43,7	43,5	Kn	50,0	30,0	55,2	55,3
Çk	19,5	14,2	5,6	5,3	Kn	53,9	31,5	65,7	66,6

Tablo 138’in devamı

Çk	14,9	11,7	3,2	2,3	Kn	13,0	12,9	1,7	1,4
Çk	47,7	26,7	37,7	37,2	Kn	19,1	16,4	4,6	6,0
Çk	48,0	26,8	37,7	37,7	Kn	44,7	28,0	39,4	36,0
Çk	27,5	18,1	12,0	9,9	Kn	12,2	12,4	1,1	1,0
Çk	53,8	29,1	46,7	46,7	Kn	59,5	33,5	88,5	88,5
Çk	59,0	31,0	58,9	58,9	Kn	53,8	31,5	63,3	63,7
Çk	19,1	13,9	5,5	5,1	Kn	54,0	31,5	70,5	69,4
Çk	5,2	5,6	0,3	0,3	Kn	34,2	23,6	18,1	21,7
Çk	32,2	20,2	15,0	16,1	Kn	54,8	31,8	67,7	67,7
Çk	8,6	8,0	1,0	0,4	Kn	26,8	20,3	10,7	9,6
Çk	20,3	14,6	6,0	5,7	Kn	40,1	26,1	31,8	34,3
Çk	37,8	22,7	20,8	24,1	Kn	34,8	23,9	20,5	23,3
					Kn	31,5	22,4	16,8	15,6
					Kn	21,3	17,6	5,9	7,1
					Kn	21,2	17,5	5,7	7,0
					Kn	45,9	28,5	36,7	36,8
					Kn	5,5	7,5	0,2	0,3

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 139’ da gösterilmiştir.

Tablo 139. Toplam kabuk karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	70,1	94,1	Kn	16,0	22,0	7,3	5,5
Çk	19,6	14,7	6,6	5,5	Kn	20,3	19,4	4,0	8,1
Çk	40,0	26,6	44,7	37,1	Kn	15,1	15,4	2,3	3,0
Çk	29,8	19,4	10,6	12,6	Kn	30,8	25,8	22,5	14,8
Çk	44,8	22,5	65,7	55,5	Kn	24,2	19,5	7,6	8,3
Çk	46,5	30,0	63,3	67,9	Kn	30,3	20,9	14,0	13,4
Çk	10,7	10,2	2,3	0,6	Kn	19,9	22,8	9,6	10,3
Çk	10,5	6,0	0,6	0,5	Kn	8,5	6,8	0,7	0,4
Çk	2,6	2,6	0,1	0,4	Kn	6,0	8,0	0,3	0,3
Çk	40,2	23,6	26,5	26,7	Kn	33,1	18,4	8,1	18,7
Çk	22,5	15,7	7,6	6,6	Kn	37,6	25,1	24,6	30,3
Çk	9,1	8,2	1,1	0,4	Kn	42,1	26,9	34,4	35,4
					Kn	23,0	18,4	7,2	7,7

Toplam Kabuk Karbonu için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA’ dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki

açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.2.4. Gövde Odunu Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Karaçam türü için Gövde Odunu Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 993 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %96,3 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 7 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 140' da sunulmuştur.

Tablo 140. Toplam gövde odunu karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	947,5	911,3	Çk	21,0	32,0	52,2
Çk	59,8	919,5	700,2	Çk	13,5	15,6	21,4
Çk	40,6	323,1	361,6	Çk	16,8	16,4	29,6
Çk	53,6	455,4	480,7	Çk	16,5	22,5	29,4
Çk	34,2	241,5	232,2	Çk	19,4	39,1	36,3
Çk	34,9	234,4	283,4	Çk	25,1	77,3	71,4
Çk	58,2	594,9	619,4	Çk	5,5	1,7	2,6
Çk	24,8	61,7	70,3	Çk	44,7	296,1	410,3
Çk	20,7	44,9	48,9	Çk	46,6	313,1	420,0
Çk	20,7	69,5	48,9	Çk	40,6	222,7	361,6
Çk	24,9	95,9	70,7	Çk	48,8	290,8	431,0
Çk	22,1	78,4	61,5	Çk	51,7	393,1	454,2
Çk	20,3	63,9	44,4	Çk	51,3	370,9	450,0
Çk	25,9	73,7	75,3	Çk	19,5	35,1	37,0
Çk	28,2	102,5	95,0	Çk	14,9	18,8	27,4

Tablo 140'ın devamı

Çk	18,0	49,4	30,9	Çk	47,7	304,1	425,2
Çk	6,2	2,9	3,2	Çk	48,0	331,3	426,6
Çk	31,4	157,0	130,9	Çk	27,5	81,6	88,1
Çk	63,0	833,3	863,5	Çk	53,8	405,1	484,2
Çk	20,3	43,5	44,4	Çk	59,0	521,5	658,0
Çk	19,2	44,3	35,1	Çk	19,1	32,1	34,5
Çk	17,3	22,1	30,0	Çk	5,2	1,4	2,5
Çk	21,0	73,3	52,2	Çk	32,2	116,2	147,2
Çk	21,6	37,1	58,0	Çk	8,6	4,9	4,9
Çk	18,1	31,5	31,1	Çk	20,3	39,5	44,4
				Çk	37,8	171,6	414,6

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 141' te gösterilmiştir.

Tablo 141. Toplam gövde odunu karbonu test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	1.513,5	937,9
Çk	19,6	39,5	37,8
Çk	40,0	299,2	355,0
Çk	29,8	109,9	110,8
Çk	44,8	399,0	410,9
Çk	46,5	443,5	419,5
Çk	10,7	8,7	6,7
Çk	10,5	4,8	6,3
Çk	2,6	0,3	1,8
Çk	40,2	215,7	356,6
Çk	22,5	50,9	63,6
Çk	9,1	5,5	5,2

Toplam Gövde Odunu Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Gövde Odunu Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Gövde Odunu Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 142).

Tablo 142. Toplam gövde odunu karbon tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Karbon (kg)**
0-4	2	1,8
4-8	6	3,0
8-12	10	5,8
12-16	14	24,2
16-20	18	30,9
20-24	22	60,9
24-28	26	75,9
28-32	30	112,8
32-36	34	219,7
36-40	38	383,8
40-44	42	406,0
44-48	46	417,2
48-52	50	438,8
52-56	54	487,9
56-60	58	610,5
60-64	62	818,9
64-68	66	931,4
68-72	70	933,6

- Kayın (Model-1, d)

Kayın ağaç türü için Gövde Odunu Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 767 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %97,6 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 233 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 143' te sunulmuştur.

Tablo 143. Toplam gövde odunu karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	30,7	275,0	275,0	Kn	9,5	9,0	8,9
Kn	16,4	78,2	58,8	Kn	5,7	3,9	3,0
Kn	20,7	130,0	92,6	Kn	10,0	10,8	10,9
Kn	16,3	48,7	56,9	Kn	7,5	7,0	4,3
Kn	15,2	23,4	27,2	Kn	14,0	33,1	25,6
Kn	21,1	51,6	93,2	Kn	13,3	26,9	24,1
Kn	19,4	75,2	60,7	Kn	25,0	167,0	96,1
Kn	47,4	299,1	835,3	Kn	57,8	1187,2	1185,3
Kn	20,3	45,8	74,9	Kn	16,9	57,1	59,9
Kn	20,3	101,4	74,9	Kn	50,0	866,7	866,6
Kn	17,8	37,1	60,4	Kn	53,9	983,4	956,8
Kn	14,0	37,6	25,6	Kn	13,0	23,8	23,3
Kn	14,8	31,5	26,8	Kn	19,1	75,1	60,7
Kn	21,4	86,1	93,2	Kn	44,7	652,7	526,9
Kn	16,1	42,9	42,2	Kn	12,2	19,4	20,7
Kn	19,9	62,0	61,1	Kn	59,5	1249,7	1246,4
Kn	20,8	100,1	93,0	Kn	53,8	937,1	950,0
Kn	14,7	28,9	26,6	Kn	54,0	949,6	963,6
Kn	7,3	3,2	4,1	Kn	34,2	334,0	334,0
Kn	2,4	0,3	2,6	Kn	54,8	1009,4	1009,2
Kn	26,5	174,4	174,4	Kn	26,8	179,9	208,5
Kn	9,6	11,1	9,3	Kn	40,1	475,2	475,2
Kn	13,7	23,3	25,0	Kn	34,8	339,8	339,8
Kn	12,5	17,8	21,8	Kn	31,5	268,9	281,3
Kn	12,4	20,2	21,4	Kn	21,3	101,8	93,2
Kn	13,2	24,2	23,9	Kn	21,2	97,7	93,2
Kn	13,8	19,7	25,2	Kn	45,9	664,5	664,5
Kn	14,0	26,5	25,6	Kn	5,5	2,8	3,0

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 144’ te gösterilmiştir.

Tablo 144. Toplam gövde odunu karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	16,0	48,0	33,6
Kn	20,3	62,0	74,9
Kn	15,1	44,0	27,1
Kn	30,8	217,2	275,6
Kn	24,2	92,9	93,7
Kn	30,3	194,2	273,0
Kn	19,9	60,9	61,1
Kn	8,5	48,2	6,0
Kn	6,0	53,7	3,2
Kn	33,1	291,1	309,1
Kn	37,6	355,8	403,9
Kn	42,1	384,8	486,7
Kn	23,0	79,6	93,3

Toplam Gövde Odunu Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Kabuk Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Gövde Odunu Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 145).

Tablo 145. Toplam gövde odunu karbon tablosu

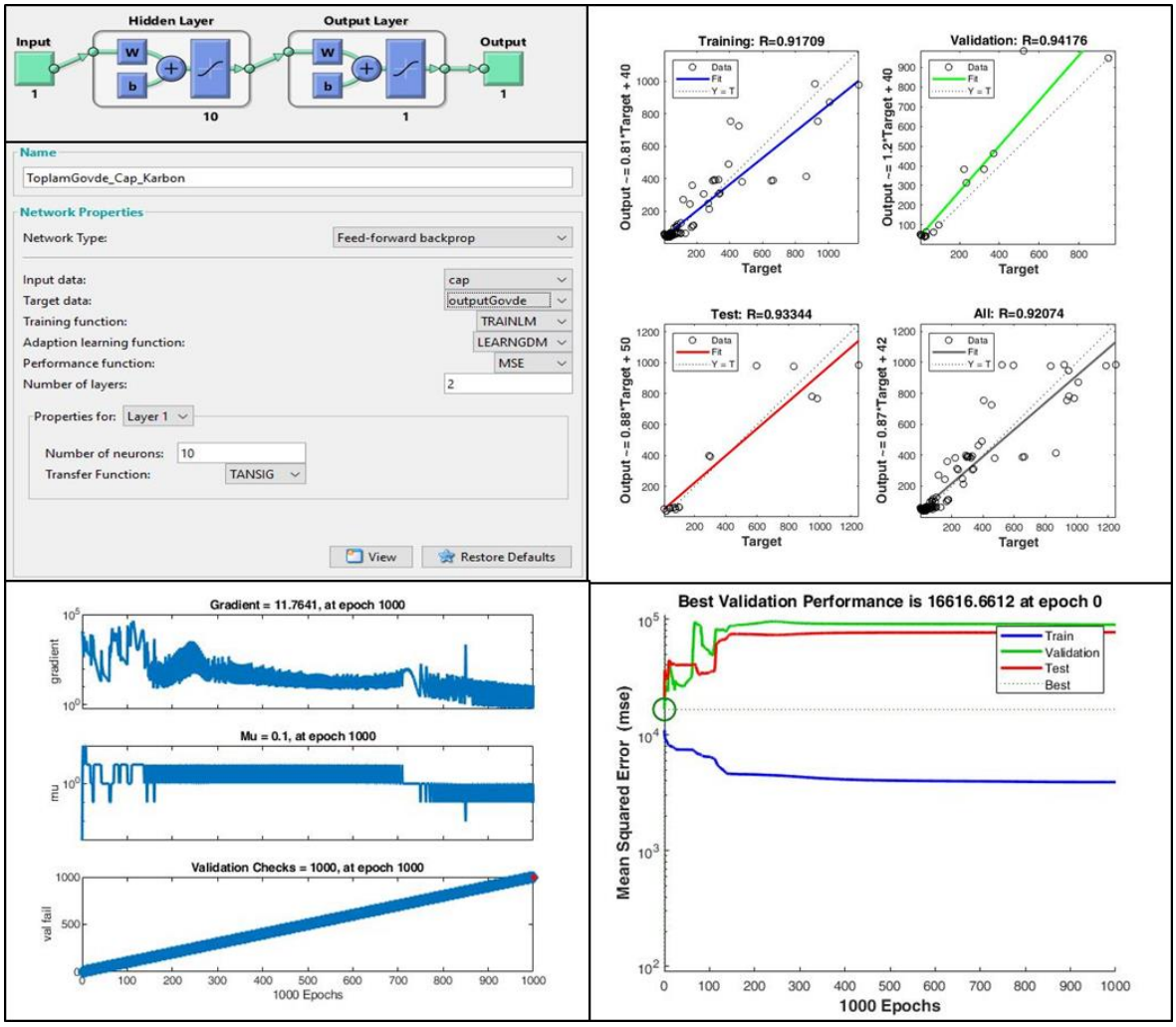
Çap Kademesi (cm)	Çap Kademesi Ortası (cm)	Karbon (kg)
0-4	2	2,5
4-8	6	3,2
8-12	10	10,9
12-16	14	25,6
16-20	18	60,4
20-24	22	93,3
24-28	26	125,6

Tablo 145'in devamı

28-32	30	271,9
32-36	34	330,4
36-40	38	422,0
40-44	42	486,4
44-48	46	680,7
48-52	50	866,6
52-56	54	963,6
56-60	58	1199,3
60-64	62	1249,6
64-68	66	1249,6
68-72	70	1249,6

- Karaçam + Kayın (Model-2, d)

Toplam Gövde Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 28' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 1000 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %92,1 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA'ya ait en iyi sonucun 0 iterasyonda (ilk seferde) elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 28. Toplam gövde odunu karbon YSA model istatistik verileri

Toplam Gövde Odunu Karbonu için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 146'da sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %92,1'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 146. Toplam gövde odunu karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	947,5	946,9	Kn	30,7	275,0	212,6
Çk	59,8	919,5	985,0	Kn	16,4	78,2	49,9
Çk	40,6	323,1	382,3	Kn	20,7	130,0	63,2
Çk	53,6	455,4	725,3	Kn	16,3	48,7	49,4
Çk	34,2	241,5	305,7	Kn	15,2	23,4	44,4

Tablo 146’nın devamı

Çk	34,9	234,4	313,3	Kn	21,1	51,6	64,8
Çk	58,2	594,9	980,9	Kn	19,4	75,2	59,9
Çk	24,8	61,7	98,7	Kn	47,4	299,1	392,2
Çk	20,7	44,9	63,2	Kn	20,3	45,8	62,0
Çk	20,7	69,5	63,2	Kn	20,3	101,4	62,0
Çk	24,9	95,9	99,5	Kn	17,8	37,1	55,9
Çk	22,1	78,4	70,9	Kn	14,0	37,6	41,0
Çk	20,3	63,9	62,0	Kn	14,8	31,5	43,0
Çk	25,9	73,7	106,7	Kn	21,4	86,1	66,3
Çk	28,2	102,5	127,6	Kn	16,1	42,9	48,5
Çk	18,0	49,4	56,5	Kn	19,9	62,0	60,9
Çk	6,2	2,9	53,4	Kn	20,8	100,1	63,6
Çk	31,4	157,0	243,4	Kn	14,7	28,9	42,7
Çk	63,0	833,3	976,5	Kn	7,3	3,2	51,6
Çk	20,3	43,5	62,0	Kn	2,4	0,3	60,7
Çk	19,2	44,3	59,4	Kn	26,5	174,4	110,4
Çk	17,3	22,1	54,0	Kn	9,6	11,1	44,3
Çk	21,0	73,3	64,3	Kn	13,7	23,3	40,5
Çk	21,6	37,1	67,4	Kn	12,5	17,8	39,7
Çk	18,1	31,5	56,8	Kn	12,4	20,2	39,7
Çk	21,0	32,0	64,3	Kn	13,2	24,2	39,9
Çk	13,5	15,6	40,2	Kn	13,8	19,7	40,6
Çk	16,8	16,4	51,8	Kn	14,0	26,5	41,0
Çk	16,5	22,5	50,4	Kn	9,5	9,0	44,7
Çk	19,4	39,1	59,9	Kn	5,7	3,9	54,1
Çk	25,1	77,3	101,2	Kn	10,0	10,8	43,1
Çk	5,5	1,7	54,3	Kn	7,5	7,0	51,1
Çk	44,7	296,1	387,6	Kn	14,0	33,1	41,0
Çk	46,6	313,1	390,5	Kn	13,3	26,9	40,0
Çk	40,6	222,7	382,3	Kn	25,0	167,0	100,4
Çk	48,8	290,8	398,4	Kn	57,8	1.187,2	978,3
Çk	51,7	393,1	489,9	Kn	16,9	57,1	52,3
Çk	51,3	370,9	462,4	Kn	50,0	866,7	414,0
Çk	19,5	35,1	60,1	Kn	53,9	983,4	767,9
Çk	14,9	18,8	43,3	Kn	13,0	23,8	39,8
Çk	47,7	304,1	393,0	Kn	19,1	75,1	59,2
Çk	48,0	331,3	394,0	Kn	44,7	652,7	387,6
Çk	27,5	81,6	118,4	Kn	12,2	19,4	39,7
Çk	53,8	405,1	754,0	Kn	59,5	1.249,7	984,7
Çk	59,0	521,5	983,8	Kn	53,8	937,1	754,0
Çk	19,1	32,1	59,2	Kn	54,0	949,6	781,5
Çk	5,2	1,4	54,7	Kn	34,2	334,0	305,7

Tablo 146’nın devamı

Çk	32,2	116,2	271,1	Kn	54,8	1.009,4	871,5
Çk	8,6	4,9	47,8	Kn	26,8	179,9	112,4
Çk	20,3	39,5	62,0	Kn	40,1	475,2	380,6
Çk	37,8	171,6	359,1	Kn	34,8	339,8	312,2
				Kn	31,5	268,9	247,4
				Kn	21,3	101,8	65,7
				Kn	21,2	97,7	65,2
				Kn	45,9	664,5	389,4
				Kn	5,5	2,8	54,3

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 147’ de gösterilmiştir.

Tablo 147. Toplam gövde karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	1.513,5	772,5	Kn	16,0	56,1	48,0
Çk	19,6	39,5	60,3	Kn	20,3	87,3	62,0
Çk	40,0	299,2	380,2	Kn	15,1	39,8	44,0
Çk	29,8	109,9	172,6	Kn	30,8	299,9	217,2
Çk	44,8	399,0	387,8	Kn	24,2	116,9	92,9
Çk	46,5	443,5	390,4	Kn	30,3	176,9	194,2
Çk	10,7	8,7	41,3	Kn	19,9	102,7	60,9
Çk	10,5	4,8	41,8	Kn	8,5	6,3	48,2
Çk	2,6	0,3	60,1	Kn	6,0	4,1	53,7
Çk	40,2	215,7	381,0	Kn	33,1	91,6	291,1
Çk	22,5	50,9	74,4	Kn	37,6	432,0	355,8
Çk	9,1	5,5	46,1	Kn	42,1	546,8	384,8
				Kn	23,0	123,8	79,6

Toplam Gövde Odunu Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA’ dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test’i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA’ dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Gövde Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Gövde Odunu Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 148).

Tablo 148. Toplam gövde karbon (Çk+Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası (cm)**	**Karbon (kg)**
0-4	2	41,0
4-8	6	43,1
8-12	10	53,7
12-16	14	56,5
16-20	18	61,8
20-24	22	70,2
24-28	26	107,3
28-32	30	180,9
32-36	34	303,4
36-40	38	362,2
40-44	42	384,6
44-48	46	389,6
48-52	50	414,0
52-56	54	538,3
56-60	58	781,5
60-64	62	870,3
64-68	66	979,7
68-72	70	982,4

- Karaçam (Model-1, d/h)

Karaçam türü için Gövde Odunu Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 999 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,6 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 1 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 149'da sunulmuştur.

Tablo 149. Toplam kabuk karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	29,7	947,5	947,5	Çk	21,0	12,1	32,0	27,1
Çk	59,8	25,1	919,5	947,5	Çk	13,5	11,6	15,6	11,9
Çk	40,6	23,1	323,1	323,1	Çk	16,8	10,6	16,4	19,1
Çk	53,6	24,5	455,4	455,3	Çk	16,5	13,5	22,5	21,7
Çk	34,2	23,8	241,5	257,7	Çk	19,4	14,1	39,1	36,3
Çk	34,9	23,2	234,4	234,1	Çk	25,1	17,0	77,3	77,5
Çk	58,2	28,3	594,9	595,0	Çk	5,5	5,8	1,7	5,4
Çk	24,8	14,5	61,7	49,1	Çk	44,7	25,5	296,1	297,1
Çk	20,7	15,3	44,9	52,9	Çk	46,6	26,3	313,1	299,0
Çk	20,7	18,7	69,5	38,8	Çk	40,6	23,8	222,7	247,4
Çk	24,9	19,2	95,9	106,8	Çk	48,8	27,1	290,8	321,1
Çk	22,1	16,8	78,4	81,5	Çk	51,7	28,3	393,1	377,5
Çk	20,3	15,6	63,9	53,3	Çk	51,3	28,1	370,9	366,9
Çk	25,9	15,9	73,7	72,3	Çk	19,5	14,2	35,1	37,3
Çk	28,2	20,2	102,5	188,0	Çk	14,9	11,7	18,8	15,9
Çk	18,0	15,2	49,4	32,8	Çk	47,7	26,7	304,1	307,7
Çk	6,2	9,2	2,9	2,1	Çk	48,0	26,8	331,3	310,5
Çk	31,4	24,8	157,0	157,1	Çk	27,5	18,1	81,6	81,9
Çk	63,0	33,0	833,3	833,2	Çk	53,8	29,1	405,1	414,4
Çk	20,3	13,1	43,5	32,2	Çk	59,0	31,0	521,5	521,5
Çk	19,2	16,3	44,3	47,5	Çk	19,1	13,9	32,1	34,0
Çk	17,3	11,6	22,1	21,4	Çk	5,2	5,6	1,4	5,3
Çk	21,0	17,3	73,3	71,4	Çk	32,2	20,2	116,2	187,1
Çk	21,6	13,5	37,1	36,7	Çk	8,6	8,0	4,9	6,7
Çk	18,1	14,0	31,5	30,4	Çk	20,3	14,6	39,5	43,7
					Çk	37,8	22,7	171,6	247,7

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 150’ de gösterilmiştir.

Tablo 150. Toplam gövde odunu karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	67,0	32,9	1513,5	902,5
Çk	19,6	14,7	39,5	41,0
Çk	40,0	26,6	299,2	333,8

Tablo 150'nin devamı

Çk	29,8	19,4	109,9	138,7
Çk	44,8	22,5	399,0	264,5
Çk	46,5	30,0	443,5	498,1
Çk	10,7	10,2	8,7	7,0
Çk	10,5	6,0	4,8	11,8
Çk	2,6	2,6	0,3	6,5
Çk	40,2	23,6	215,7	235,4
Çk	22,5	15,7	50,9	67,3
Çk	9,1	8,2	5,5	7,2

Toplam Gövde Odunu Karbonu için aynı çap/boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

- Kayın (Model-1, d/h)

Kayın türü için Gövde Odunu Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın çift giriş girdisi çap/boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Oluşturulan yapay sinir ağının sonuçları incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 604 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,7 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 396 iterasyonda elde edilmiştir. Modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 151'de sunulmuştur.

Tablo 151. Toplam gövde odunu karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Kn	30,7	27,3	275,0	321,0	Kn	9,5	10,8	9,0	8,2
Kn	16,4	21,4	78,2	254,8	Kn	5,7	11,7	3,9	3,2
Kn	20,7	19,5	130,0	129,1	Kn	10,0	11,0	10,8	9,7
Kn	16,3	17,3	48,7	51,4	Kn	7,5	12,2	7,0	7,1

Tablo 151’in devamı

Kn	15,2	11,9	23,4	23,8	Kn	14,0	15,7	33,1	29,7
Kn	21,1	15,6	51,6	57,7	Kn	13,3	16,1	26,9	26,5
Kn	19,4	17,1	75,2	78,4	Kn	25,0	19,4	167,0	159,1
Kn	47,4	35,1	299,1	299,4	Kn	57,8	32,9	1187,2	1246,5
Kn	20,3	13,7	45,8	47,8	Kn	16,9	15,2	57,1	51,9
Kn	20,3	17,2	101,4	91,7	Kn	50,0	30,0	866,7	867,0
Kn	17,8	13,9	37,1	35,8	Kn	53,9	31,5	983,4	983,8
Kn	14,0	16,6	37,6	35,2	Kn	13,0	12,9	23,8	23,1
Kn	14,8	14,0	31,5	34,6	Kn	19,1	16,4	75,1	76,4
Kn	21,4	18,5	86,1	96,1	Kn	44,7	28,0	652,7	653,1
Kn	16,1	14,1	42,9	37,0	Kn	12,2	12,4	19,4	19,0
Kn	19,9	12,8	62,0	62,0	Kn	59,5	33,5	1249,7	1249,7
Kn	20,8	18,6	100,1	91,8	Kn	53,8	31,5	937,1	937,5
Kn	14,7	14,5	28,9	38,8	Kn	54,0	31,5	949,6	1028,4
Kn	7,3	9,6	3,2	2,9	Kn	34,2	23,6	334,0	333,4
Kn	2,4	3,8	0,3	0,3	Kn	54,8	31,8	1009,4	1009,8
Kn	26,5	20,4	174,4	172,4	Kn	26,8	20,3	179,9	184,0
Kn	9,6	11,8	11,1	11,1	Kn	40,1	26,1	475,2	475,6
Kn	13,7	13,2	23,3	26,1	Kn	34,8	23,9	339,8	341,5
Kn	12,5	11,2	17,8	15,4	Kn	31,5	22,4	268,9	278,4
Kn	12,4	12,1	20,2	18,2	Kn	21,3	17,6	101,8	105,5
Kn	13,2	14,4	24,2	31,3	Kn	21,2	17,5	97,7	104,5
Kn	13,8	13,1	19,7	25,4	Kn	45,9	28,5	664,5	664,9
Kn	14,0	13,2	26,5	26,5	Kn	5,5	7,5	2,8	0,6

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 152’ de gösterilmiştir.

Tablo 152. Toplam gövde odunu karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Kn	16,0	22,0	56,1	262,9
Kn	20,3	19,4	87,3	125,7
Kn	15,1	15,4	39,8	41,6
Kn	30,8	25,8	299,9	314,1
Kn	24,2	19,5	116,9	136,4
Kn	30,3	20,9	176,9	347,7
Kn	19,9	22,8	102,7	270,4
Kn	8,5	6,8	6,3	1,9
Kn	6,0	8,0	4,1	0,9

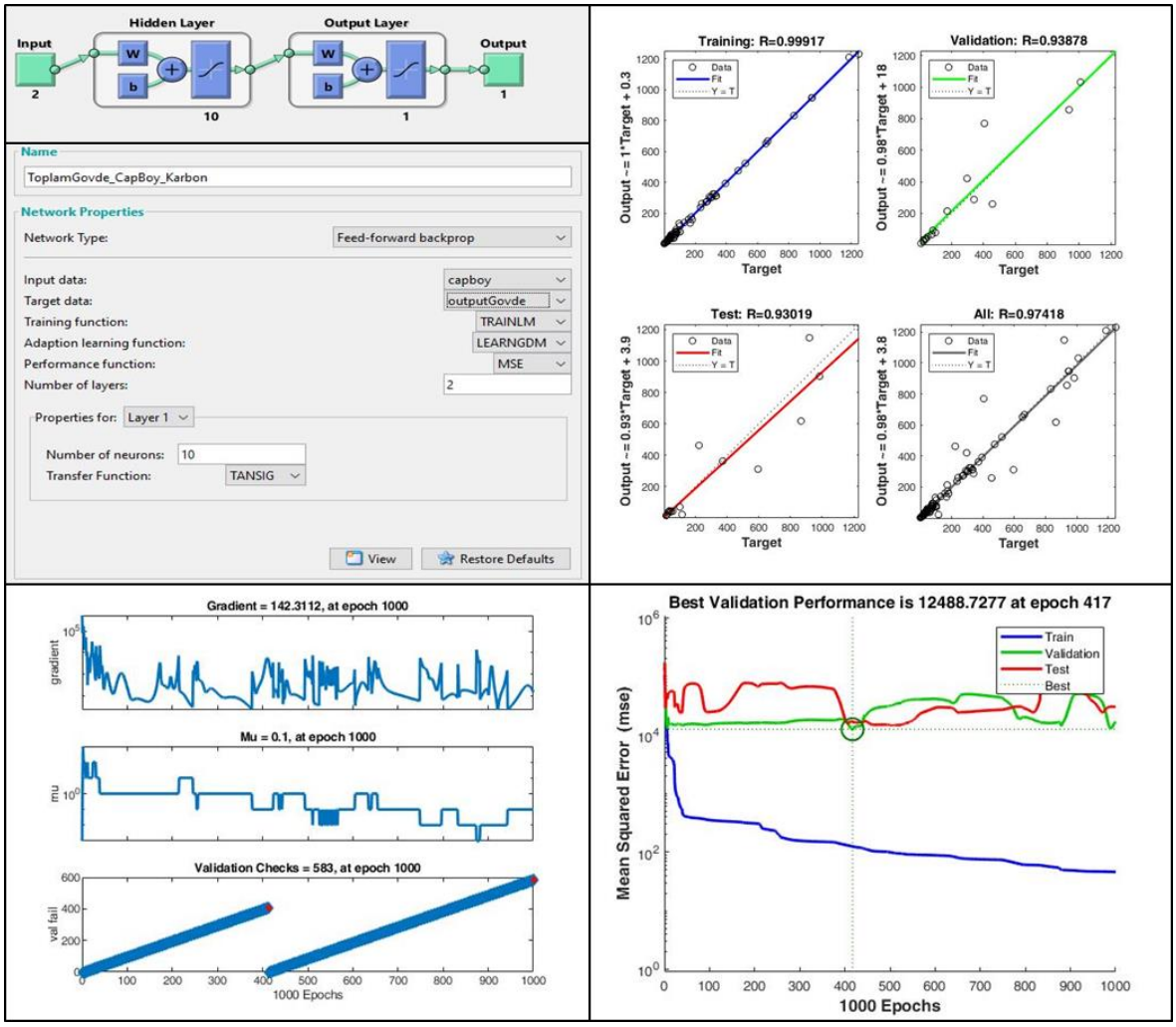
Tablo 152'nin devamı

Kn	33,1	18,4	91,6	1239,3
Kn	37,6	25,1	432,0	397,9
Kn	42,1	26,9	546,8	560,1
Kn	23,0	18,4	123,8	130,4

Toplam Gövde Odunu Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır.

- Karaçam + Kayın (Model-2, d/h)

Toplam Gövde Odunu Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam gövde odunu karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 29' da oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 583 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %97,4 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA'ya ait en iyi sonucun 417 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 29. Toplam gövde karbon YSA model istatistik verileri

Toplam Gövde Odunu Karbonu için 107 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 153'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %97,4'lük bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 153. Toplam gövde odunu karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	29,7	947,5	947,8	Kn	30,7	27,3	275,0	275,4
Çk	59,8	25,1	919,5	1.148,4	Kn	16,4	21,4	78,2	74,3
Çk	40,6	23,1	323,1	324,1	Kn	20,7	19,5	130,0	138,8
Çk	53,6	24,5	455,4	258,9	Kn	16,3	17,3	48,7	51,7
Çk	34,2	23,8	241,5	261,4	Kn	15,2	11,9	23,4	20,7

Tablo 153'ün devamı

Çk	34,9	23,2	234,4	236,9	Kn	21,1	15,6	51,6	62,0
Çk	58,2	28,3	594,9	311,7	Kn	19,4	17,1	75,2	65,6
Çk	24,8	14,5	61,7	45,3	Kn	47,4	35,1	299,1	299,4
Çk	20,7	15,3	44,9	58,3	Kn	20,3	13,7	45,8	44,5
Çk	20,7	18,7	69,5	80,0	Kn	20,3	17,2	101,4	70,8
Çk	24,9	19,2	95,9	132,9	Kn	17,8	13,9	37,1	38,5
Çk	22,1	16,8	78,4	77,7	Kn	14,0	16,6	37,6	39,6
Çk	20,3	15,6	63,9	59,2	Kn	14,8	14,0	31,5	29,6
Çk	25,9	15,9	73,7	64,4	Kn	21,4	18,5	86,1	82,9
Çk	28,2	20,2	102,5	118,0	Kn	16,1	14,1	42,9	34,4
Çk	18,0	15,2	49,4	48,0	Kn	19,9	12,8	62,0	36,8
Çk	6,2	9,2	2,9	4,9	Kn	20,8	18,6	100,1	80,1
Çk	31,4	24,8	157,0	159,6	Kn	14,7	14,5	28,9	32,0
Çk	63,0	33,0	833,3	832,5	Kn	7,3	9,6	3,2	5,7
Çk	20,3	13,1	43,5	39,9	Kn	2,4	3,8	0,3	2,7
Çk	19,2	16,3	44,3	60,3	Kn	26,5	20,4	174,4	175,1
Çk	17,3	11,6	22,1	24,5	Kn	9,6	11,8	11,1	10,8
Çk	21,0	17,3	73,3	75,0	Kn	13,7	13,2	23,3	22,6
Çk	21,6	13,5	37,1	44,0	Kn	12,5	11,2	17,8	13,3
Çk	18,1	14,0	31,5	40,4	Kn	12,4	12,1	20,2	15,9
Çk	21,0	12,1	32,0	33,1	Kn	13,2	14,4	24,2	27,1
Çk	13,5	11,6	15,6	16,2	Kn	13,8	13,1	19,7	22,3
Çk	16,8	10,6	16,4	19,7	Kn	14,0	13,2	26,5	23,3
Çk	16,5	13,5	22,5	31,6	Kn	9,5	10,8	9,0	8,9
Çk	19,4	14,1	39,1	44,9	Kn	5,7	11,7	3,9	7,2
Çk	25,1	17,0	77,3	95,1	Kn	10,0	11,0	10,8	9,8
Çk	5,5	5,8	1,7	3,3	Kn	7,5	12,2	7,0	9,5
Çk	44,7	25,5	296,1	420,9	Kn	14,0	15,7	33,1	35,9
Çk	46,6	26,3	313,1	323,7	Kn	13,3	16,1	26,9	35,0
Çk	40,6	23,8	222,7	462,8	Kn	25,0	19,4	167,0	136,2
Çk	48,8	27,1	290,8	305,7	Kn	57,8	32,9	1.187,2	1.210,1
Çk	51,7	28,3	393,1	391,9	Kn	16,9	15,2	57,1	43,8
Çk	51,3	28,1	370,9	362,5	Kn	50,0	30,0	866,7	618,0
Çk	19,5	14,2	35,1	45,9	Kn	53,9	31,5	983,4	903,9
Çk	14,9	11,7	18,8	19,3	Kn	13,0	12,9	23,8	19,8
Çk	47,7	26,7	304,1	303,9	Kn	19,1	16,4	75,1	60,5
Çk	48,0	26,8	331,3	310,5	Kn	44,7	28,0	652,7	651,0
Çk	27,5	18,1	81,6	92,4	Kn	12,2	12,4	19,4	16,4
Çk	53,8	29,1	405,1	770,3	Kn	59,5	33,5	1.249,7	1.231,3
Çk	59,0	31,0	521,5	522,7	Kn	53,8	31,5	937,1	856,8
Çk	19,1	13,9	32,1	42,6	Kn	54,0	31,5	949,6	947,7
Çk	5,2	5,6	1,4	3,2	Kn	34,2	23,6	334,0	313,0

Tablo 153'ün devamı

Çk	32,2	20,2	116,2	22,5	Kn	54,8	31,8	1.009,4	1.032,0
Çk	8,6	8,0	4,9	5,2	Kn	26,8	20,3	179,9	157,9
Çk	20,3	14,6	39,5	51,3	Kn	40,1	26,1	475,2	475,5
Çk	37,8	22,7	171,6	213,8	Kn	34,8	23,9	339,8	287,1
					Kn	31,5	22,4	268,9	271,1
					Kn	21,3	17,6	101,8	78,8
					Kn	21,2	17,5	97,7	77,6
					Kn	45,9	28,5	664,5	667,1
					Kn	5,5	7,5	2,8	3,7

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 154' te gösterilmiştir.

Tablo 154. Toplam gövde odunu karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

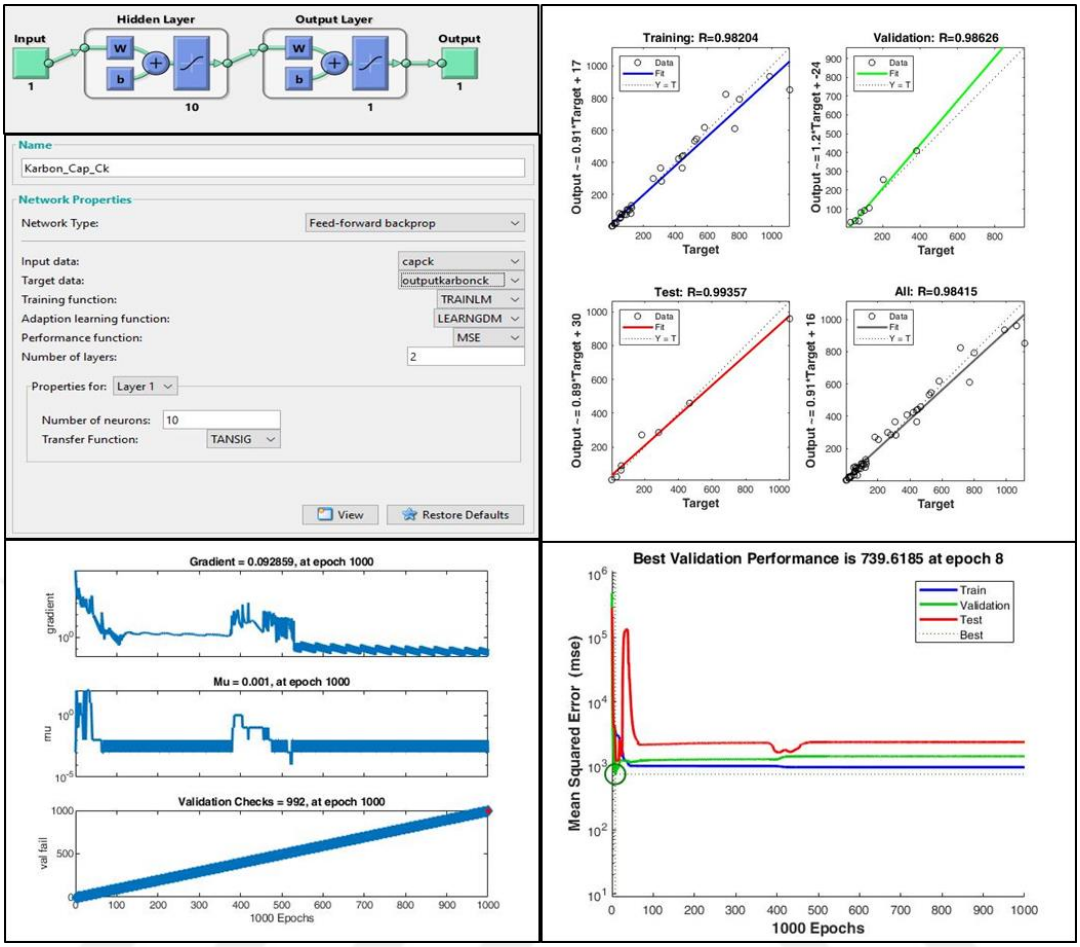
Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	1.513,5	1.219,2
Çk	19,6	14,7	39,5	49,7
Çk	40,0	26,6	299,2	1.014,7
Çk	29,8	19,4	109,9	55,5
Çk	44,8	22,5	399,0	423,7
Çk	46,5	30,0	443,5	202,5
Çk	10,7	10,2	8,7	9,1
Çk	10,5	6,0	4,8	5,6
Çk	2,6	2,6	0,3	3,3
Çk	40,2	23,6	215,7	438,5
Çk	22,5	15,7	50,9	67,1
Çk	9,1	8,2	5,5	5,6
Kn	16,0	22,0	56,1	404,9
Kn	20,3	19,4	87,3	127,9
Kn	15,1	15,4	39,8	38,5
Kn	30,8	25,8	299,9	1.085,3
Kn	24,2	19,5	116,9	128,7
Kn	30,3	20,9	176,9	72,8
Kn	19,9	22,8	102,7	494,6
Kn	8,5	6,8	6,3	4,6
Kn	6,0	8,0	4,1	4,1
Kn	33,1	18,4	91,6	5,1
Kn	37,6	25,1	432,0	314,3
Kn	42,1	26,9	546,8	495,3
Kn	23,0	18,4	123,8	99,5

Toplam Gövde Odunu Karbonu için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.2.5. Karaçam Ağaç Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam (Model-1, d)

Toplam Karaçam Ağaç Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam karaçam ağaç karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 30' da oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 992 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %98,4 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA'ya ait en iyi sonucun 8 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 30. Toplam ağaç karbonu (Çk) YSA model istatistik verileri

Toplam Karaçam Ağaç Karbonu için 51 örnek ağacın çap verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 155'te sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %98,4'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 155. Toplam ağaç karbonu (Çk) model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	1.062,5	959,5	Çk	21,0	50,3	83,9
Çk	59,8	1.113,6	851,9	Çk	13,5	19,1	20,4
Çk	40,6	442,4	366,0	Çk	16,8	21,3	26,1
Çk	53,6	770,7	610,6	Çk	16,5	30,5	25,1
Çk	34,2	312,9	283,9	Çk	19,4	57,9	60,6
Çk	34,9	282,1	285,5	Çk	25,1	103,9	105,3
Çk	58,2	799,6	793,3	Çk	5,5	3,3	4,8

Tablo 155’in devamı

Çk	24,8	112,3	104,5	Çk	44,7	381,7	409,2
Çk	20,7	67,5	80,9	Çk	46,6	420,0	424,0
Çk	20,7	84,5	80,9	Çk	40,6	307,4	366,0
Çk	24,9	128,4	104,8	Çk	48,8	466,6	458,8
Çk	22,1	103,3	92,2	Çk	51,7	531,7	546,5
Çk	20,3	93,4	76,1	Çk	51,3	521,0	533,3
Çk	25,9	97,9	107,7	Çk	19,5	58,7	62,6
Çk	28,2	124,6	132,7	Çk	14,9	31,9	22,6
Çk	18,0	74,1	35,3	Çk	47,7	441,4	437,9
Çk	6,2	3,7	4,9	Çk	48,0	449,4	442,8
Çk	31,4	204,4	255,9	Çk	27,5	127,1	119,6
Çk	63,0	988,4	934,6	Çk	53,8	581,7	617,7
Çk	20,3	80,1	76,1	Çk	59,0	714,5	823,8
Çk	19,2	57,5	56,6	Çk	19,1	55,5	54,5
Çk	17,3	29,4	28,7	Çk	5,2	2,9	4,7
Çk	21,0	122,3	83,9	Çk	32,2	182,0	271,1
Çk	21,6	60,0	88,8	Çk	8,6	9,3	5,6
Çk	18,1	54,0	36,6	Çk	20,3	64,2	76,1
				Çk	37,8	261,9	300,4

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 156’ da gösterilmiştir.

Tablo 156. Toplam ağaç karbonu (Çk) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	1.713,1	982,3
Çk	19,6	47,8	64,6
Çk	40,0	374,9	350,3
Çk	29,8	138,7	193,8
Çk	44,8	536,8	409,8
Çk	46,5	649,4	423,0
Çk	10,7	12,7	9,6
Çk	10,5	8,2	8,9
Çk	2,6	0,9	4,5
Çk	40,2	300,2	355,8
Çk	22,5	80,4	94,8
Çk	9,1	10,3	6,0

Toplam Karaçam Ağaç Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA'dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Karaçam Ağaç Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Karaçam Ağaç Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 157).

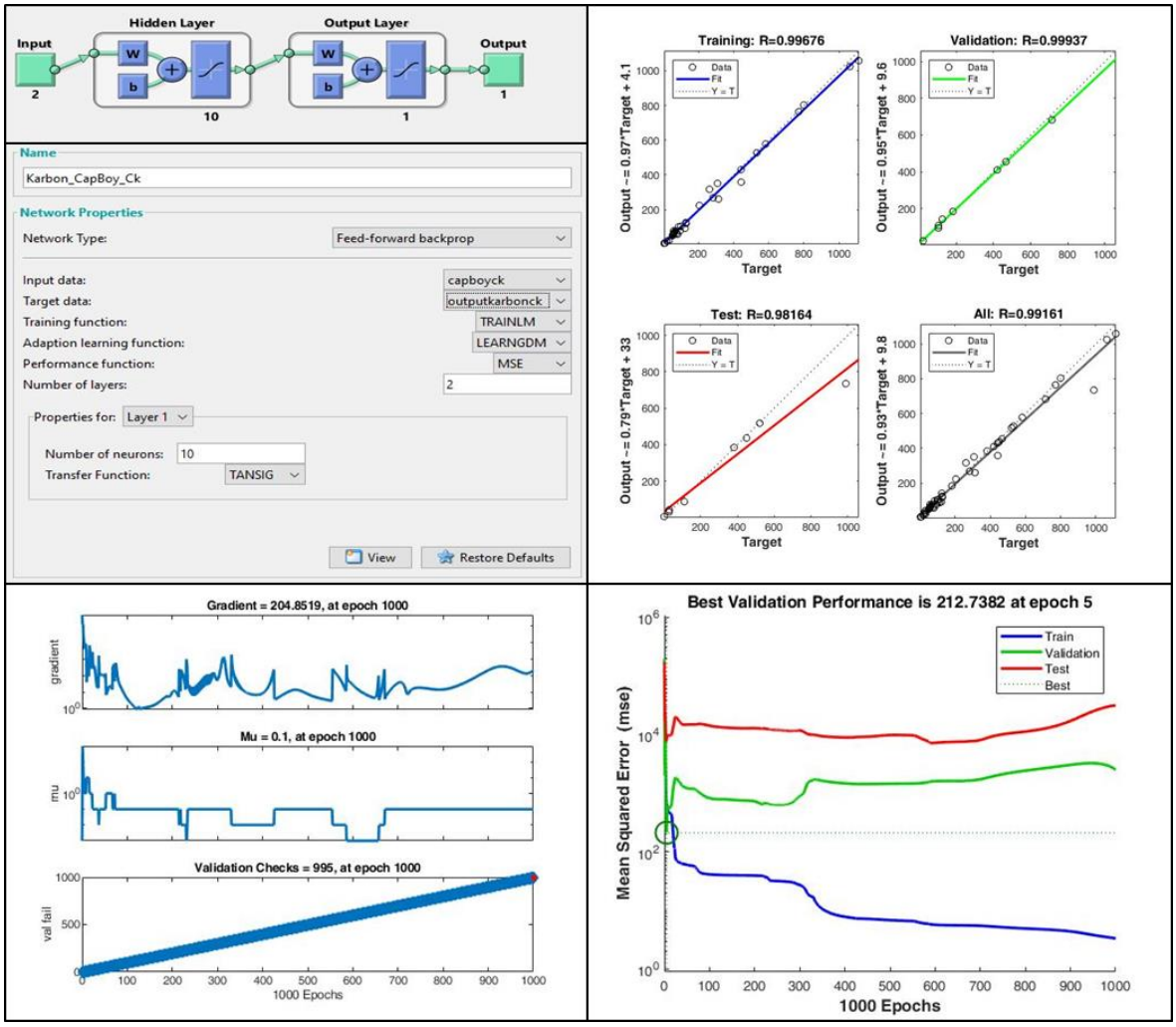
Tablo 157. Toplam ağaç karbon (Çk) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası**	**Karbon (kg)**
0-4	2	4,5
4-8	6	4,8
8-12	10	7,5
12-16	14	21,4
16-20	18	35,3
20-24	22	91,6
24-28	26	108,1
28-32	30	203,2
32-36	34	283,3
36-40	38	303,1
40-44	42	390,1
44-48	46	418,4
48-52	50	491,4
52-56	54	625,0
56-60	58	785,3
60-64	62	913,9
64-68	66	974,5
68-72	70	991,2

- Karaçam (Model-1, d/h)

Toplam Karaçam Ağaç Karbonunun modellenmesinde kullanılan 51 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ağaç karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 31' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve

sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 995 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,2 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 5 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 31. Toplam ağaç karbonu (Çk) YSA model istatistik verileri

Toplam Karaçam Ağaç Karbonu için 51 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 158'de

sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %99,2'lık bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 158. Toplam ağaç karbonu (Çk) model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	29,7	1.062,5	1.024,8	Çk	21,0	12,1	50,3	50,4
Çk	59,8	25,1	1.113,6	1.058,7	Çk	13,5	11,6	19,1	18,7
Çk	40,6	23,1	442,4	358,6	Çk	16,8	10,6	21,3	24,4
Çk	53,6	24,5	770,7	764,3	Çk	16,5	13,5	30,5	43,0
Çk	34,2	23,8	312,9	261,2	Çk	19,4	14,1	57,9	63,0
Çk	34,9	23,2	282,1	268,4	Çk	25,1	17,0	103,9	107,9
Çk	58,2	28,3	799,6	803,0	Çk	5,5	5,8	3,3	6,5
Çk	24,8	14,5	112,3	88,2	Çk	44,7	25,5	381,7	385,0
Çk	20,7	15,3	67,5	78,3	Çk	46,6	26,3	420,0	410,5
Çk	20,7	18,7	84,5	100,5	Çk	40,6	23,8	307,4	351,4
Çk	24,9	19,2	128,4	120,3	Çk	48,8	27,1	466,6	454,4
Çk	22,1	16,8	103,3	94,6	Çk	51,7	28,3	531,7	527,6
Çk	20,3	15,6	93,4	78,3	Çk	51,3	28,1	521,0	517,6
Çk	25,9	15,9	97,9	103,8	Çk	19,5	14,2	58,7	64,3
Çk	28,2	20,2	124,6	142,5	Çk	14,9	11,7	31,9	23,7
Çk	18,0	15,2	74,1	64,2	Çk	47,7	26,7	441,4	430,6
Çk	6,2	9,2	3,7	6,8	Çk	48,0	26,8	449,4	436,7
Çk	31,4	24,8	204,4	224,2	Çk	27,5	18,1	127,1	125,6
Çk	63,0	33,0	988,4	734,8	Çk	53,8	29,1	581,7	577,9
Çk	20,3	13,1	80,1	58,1	Çk	59,0	31,0	714,5	682,4
Çk	19,2	16,3	57,5	78,1	Çk	19,1	13,9	55,5	59,8
Çk	17,3	11,6	29,4	32,0	Çk	5,2	5,6	2,9	6,4
Çk	21,0	17,3	122,3	93,0	Çk	32,2	20,2	182,0	184,8
Çk	21,6	13,5	60,0	67,1	Çk	8,6	8,0	9,3	7,3
Çk	18,1	14,0	54,0	56,1	Çk	20,3	14,6	64,2	71,2
					Çk	37,8	22,7	261,9	317,2

Test verisi olarak ayrılan 12 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 159' da gösterilmiştir.

Tablo 159. Toplam ağaç karbon (Çk) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

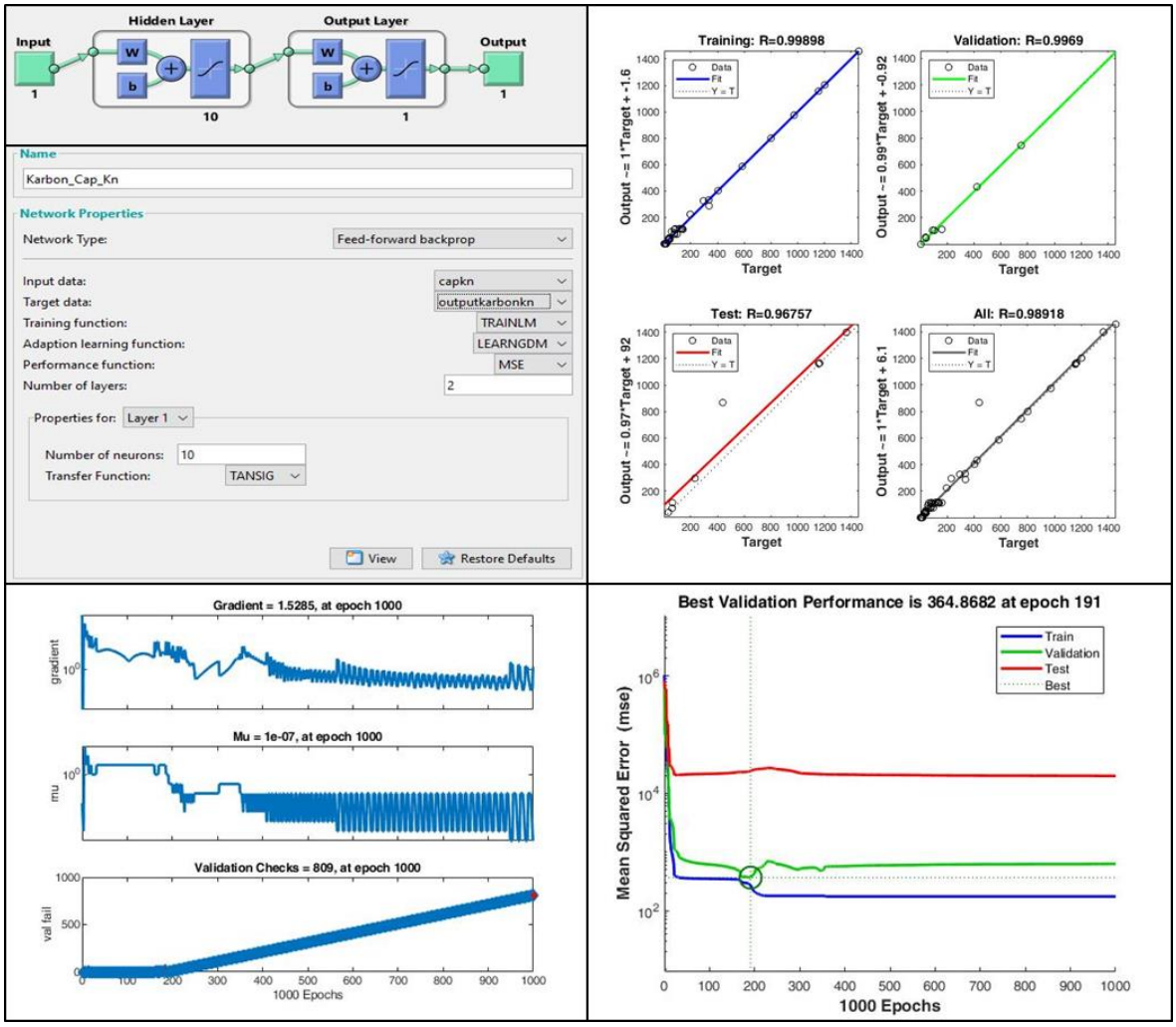
Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	67,0	32,9	1.713,1	937,2
Çk	19,6	14,7	47,8	68,4
Çk	40,0	26,6	374,9	339,0
Çk	29,8	19,4	138,7	149,3
Çk	44,8	22,5	536,8	454,4
Çk	46,5	30,0	649,4	448,7
Çk	10,7	10,2	12,7	10,0
Çk	10,5	6,0	8,2	8,1
Çk	2,6	2,6	0,9	6,2
Çk	40,2	23,6	300,2	348,2
Çk	22,5	15,7	80,4	88,6
Çk	9,1	8,2	10,3	7,6

Toplam Karaçam Ağaç Karbonu için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.2.6. Kayın Ağaç Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular

- Kayın (Model-1, d)

Toplam Kayın Ağaç Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam kayın ağaç karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 32' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 809 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %98,9 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 191 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 32. Toplam ağaç karbonu (Kn) YSA model istatistik verileri

Toplam Kayın Ağaç Karbonu için 56 örnek ağacın çap verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 160'da sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %98,9'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 160. Toplam (Kn) ağaç karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu (Tek Giriş: Çap)

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	30,7	295,4	326,7	Kn	9,5	13,2	1,4
Kn	16,4	97,6	74,5	Kn	5,7	5,5	1,4
Kn	20,7	161,1	112,7	Kn	10,0	13,9	1,4
Kn	16,3	79,9	72,8	Kn	7,5	9,7	1,4

Tablo 160'ın devamı

Kn	15,2	39,5	53,4	Kn	14,0	40,0	38,8
Kn	21,1	83,5	114,9	Kn	13,3	32,9	35,9
Kn	19,4	92,5	106,6	Kn	25,0	196,6	224,4
Kn	47,4	440,0	867,7	Kn	57,8	1.365,4	1.399,6
Kn	20,3	63,9	110,9	Kn	16,9	79,5	82,6
Kn	20,3	142,0	110,9	Kn	50,0	973,8	974,1
Kn	17,8	56,9	94,4	Kn	53,9	1.158,3	1.161,4
Kn	14,0	43,9	38,8	Kn	13,0	43,7	35,7
Kn	14,8	43,9	47,4	Kn	19,1	105,6	105,0
Kn	21,4	116,0	116,8	Kn	44,7	752,6	745,4
Kn	16,1	61,5	69,2	Kn	12,2	37,7	31,8
Kn	19,9	79,3	109,1	Kn	59,5	1.458,6	1.458,2
Kn	20,8	127,3	113,2	Kn	53,8	1.157,2	1.156,6
Kn	14,7	38,0	46,0	Kn	54,0	1.165,2	1.166,2
Kn	7,3	5,4	1,4	Kn	34,2	404,8	402,9
Kn	2,4	1,4	1,4	Kn	54,8	1.202,8	1.202,9
Kn	26,5	337,2	288,3	Kn	26,8	231,8	295,9
Kn	9,6	18,0	1,4	Kn	40,1	585,6	586,6
Kn	13,7	38,0	37,1	Kn	34,8	422,8	433,2
Kn	12,5	29,4	34,8	Kn	31,5	334,8	332,2
Kn	12,4	29,8	34,2	Kn	21,3	136,5	116,1
Kn	13,2	35,2	35,8	Kn	21,2	134,5	115,5
Kn	13,8	32,4	37,6	Kn	45,9	801,3	800,1
Kn	14,0	33,0	38,8	Kn	5,5	6,0	1,4

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 161' de gösterilmiştir.

Tablo 161. Toplam ağaç karbonu (Kn) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Kn	16,0	79,3	67,4
Kn	20,3	110,6	110,9
Kn	15,1	56,9	51,8
Kn	30,8	356,3	327,2
Kn	24,2	200,5	182,6
Kn	30,3	226,4	324,8
Kn	19,9	122,6	109,1
Kn	8,5	12,9	1,4
Kn	6,0	5,4	1,4

Tablo 161'in devamı

Kn	33,1	210,1	360,0
Kn	37,6	504,4	535,8
Kn	42,1	655,0	642,5
Kn	23,0	162,7	139,0

Toplam Kayın Ağaç Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

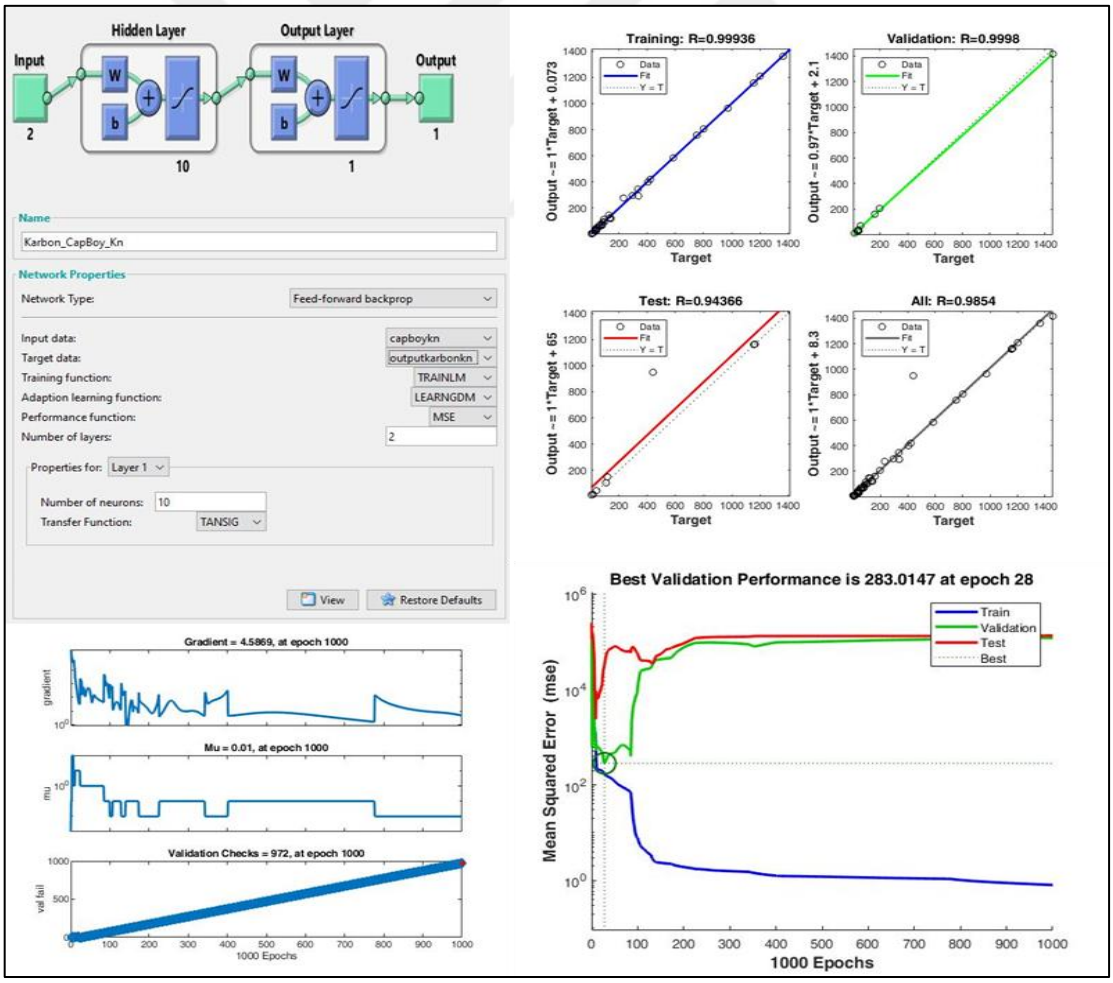
Toplam Kayın Ağaç Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Kayın Ağaç Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 162).

Tablo 162. Toplam ağaç karbonu (Kn) tablosu

Çap Kademesi (cm)	**Çap Kademesi Ortası(cm)**	**Karbon (kg)**
0-4	2	1,4
4-8	6	1,5
8-12	10	1,5
12-16	14	38,8
16-20	18	96,5
20-24	22	122,1
24-28	26	271,7
28-32	30	323,6
32-36	34	393,6
36-40	38	544,0
40-44	42	639,2
44-48	46	804,7
48-52	50	974,1
52-56	54	1.166,2
56-60	58	1.414,6
60-64	62	1.458,6
64-68	66	1.458,7
68-72	70	1.459,6

- Kayın (Model-1, d/h)

Toplam Kayın Ağaç Karbonunun modellenmesinde kullanılan 56 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ağaç karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 33' te oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 972 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %98,5 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA'ya ait en iyi sonucun 28 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 33. Toplam ağaç karbonu (Kn) YSA model istatistik verileri

Toplam Kayın Ağaç Karbonu için 56 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 163'te sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %98,5'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 163. Toplam ağaç karbonu (Kn) model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	30,7	27,3	295,4	296,8	Kn	9,5	10,8	13,2	12,2
Kn	16,4	21,4	97,6	97,2	Kn	5,7	11,7	5,5	3,2
Kn	20,7	19,5	161,1	160,9	Kn	10,0	11,0	13,9	13,9
Kn	16,3	17,3	79,9	77,3	Kn	7,5	12,2	9,7	4,9
Kn	15,2	11,9	39,5	50,5	Kn	14,0	15,7	40,0	39,1
Kn	21,1	15,6	83,5	91,4	Kn	13,3	16,1	32,9	35,1
Kn	19,4	17,1	92,5	114,3	Kn	25,0	19,4	196,6	206,2
Kn	47,4	35,1	440,0	949,7	Kn	57,8	32,9	1.365,4	1.361,5
Kn	20,3	13,7	63,9	72,9	Kn	16,9	15,2	79,5	70,8
Kn	20,3	17,2	142,0	119,6	Kn	50,0	30,0	973,8	964,6
Kn	17,8	13,9	56,9	70,3	Kn	53,9	31,5	1.158,3	1.161,3
Kn	14,0	16,6	43,9	45,2	Kn	13,0	12,9	43,7	29,9
Kn	14,8	14,0	43,9	45,2	Kn	19,1	16,4	105,6	102,9
Kn	21,4	18,5	116,0	148,0	Kn	44,7	28,0	752,6	758,1
Kn	16,1	14,1	61,5	58,5	Kn	12,2	12,4	37,7	24,6
Kn	19,9	12,8	79,3	68,3	Kn	59,5	33,5	1.458,6	1.416,6
Kn	20,8	18,6	127,3	146,5	Kn	53,8	31,5	1.157,2	1.157,4
Kn	14,7	14,5	38,0	44,0	Kn	54,0	31,5	1.165,2	1.165,1
Kn	7,3	9,6	5,4	7,3	Kn	34,2	23,6	404,8	399,8
Kn	2,4	3,8	1,4	10,3	Kn	54,8	31,8	1.202,8	1.209,6
Kn	26,5	20,4	337,2	292,9	Kn	26,8	20,3	231,8	277,1
Kn	9,6	11,8	18,0	10,6	Kn	40,1	26,1	585,6	584,4
Kn	13,7	13,2	38,0	35,6	Kn	34,8	23,9	422,8	420,6
Kn	12,5	11,2	29,4	30,1	Kn	31,5	22,4	334,8	345,9
Kn	12,4	12,1	29,8	26,9	Kn	21,3	17,6	136,5	126,9
Kn	13,2	14,4	35,2	29,1	Kn	21,2	17,5	134,5	125,0
Kn	13,8	13,1	32,4	36,9	Kn	45,9	28,5	801,3	806,1
Kn	14,0	13,2	33,0	38,5	Kn	5,5	7,5	6,0	7,7

Test verisi olarak ayrılan 13 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 164' te gösterilmiştir.

Tablo 164. Toplam ağaç karbon (Kn) test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Kn	16,0	22,0	79,3	101,6
Kn	20,3	19,4	110,6	150,0
Kn	15,1	15,4	56,9	50,2
Kn	30,8	25,8	356,3	461,7
Kn	24,2	19,5	200,5	212,2
Kn	30,3	20,9	226,4	231,6
Kn	19,9	22,8	122,6	133,7
Kn	8,5	6,8	12,9	20,9
Kn	6,0	8,0	5,4	7,7
Kn	33,1	18,4	210,1	50,8
Kn	37,6	25,1	504,4	504,8
Kn	42,1	26,9	655,0	654,4
Kn	23,0	18,4	162,7	146,3

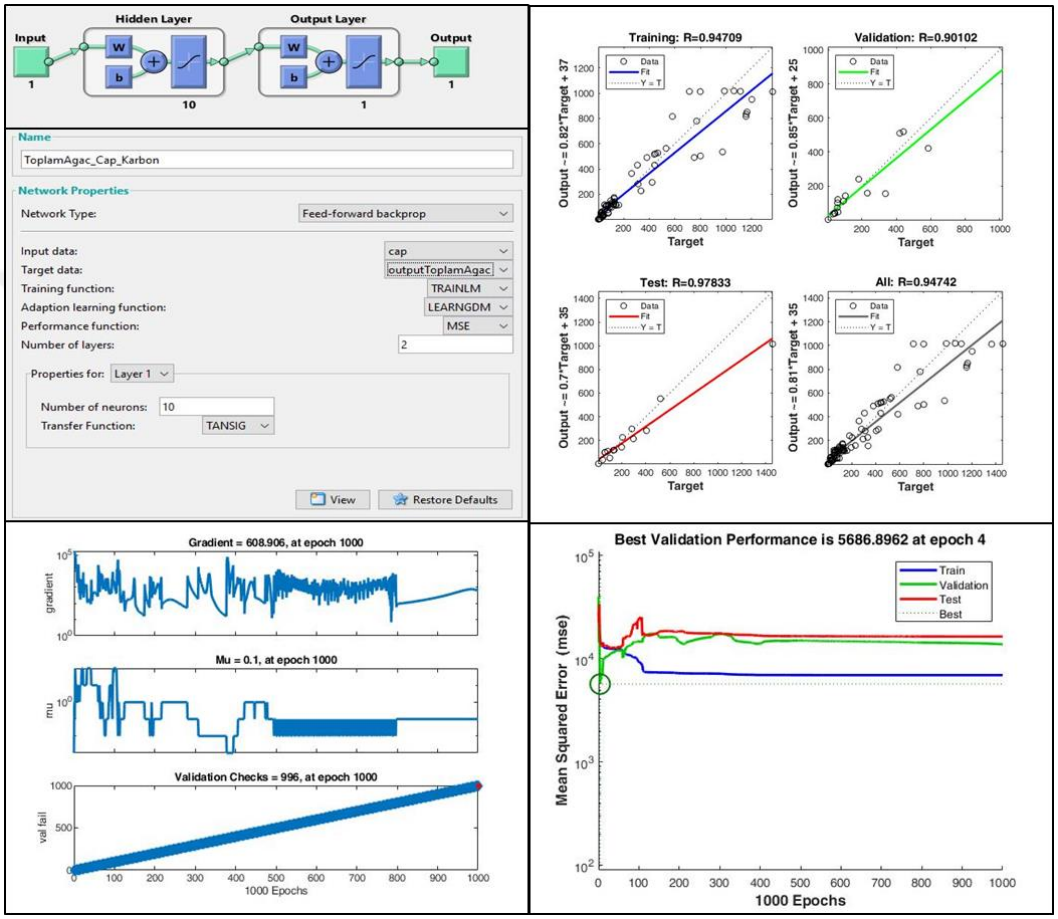
Toplam Kayın Ağaç Karbonu için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA'dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.2.7. Ağaç Karbon Depolama Modellerine Ait Bulgular

- Karaçam+ Kayın (Model-2, d)

Toplam Ağaç Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın tek giriş girdisi çap olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ağaç karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 34' da oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 996 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %94,7 olarak hesaplanmıştır. Eğitim performansı

grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 4 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 34. Toplam ağaç karbonu ysa model istatistik verileri

Toplam Ağaç Karbonu için 107 örnek ağacın çap verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 165'te sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %94,7'lik bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 165. Toplam ağaç karbonu model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	1.062,5	1.018,6	Kn	30,7	295,4	212,7
Çk	59,8	1.113,6	1.015,1	Kn	16,4	97,6	50,2
Çk	40,6	442,4	431,2	Kn	20,7	161,1	115,1
Çk	53,6	770,7	779,7	Kn	16,3	79,9	49,1
Çk	34,2	312,9	281,6	Kn	15,2	39,5	41,0
Çk	34,9	282,1	296,7	Kn	21,1	83,5	117,9
Çk	58,2	799,6	1.013,0	Kn	19,4	92,5	101,5
Çk	24,8	112,3	140,3	Kn	47,4	440,0	517,1
Çk	20,7	67,5	115,1	Kn	20,3	63,9	111,8
Çk	20,7	84,5	115,1	Kn	20,3	142,0	111,8
Çk	24,9	128,4	141,1	Kn	17,8	56,9	72,5
Çk	22,1	103,3	123,7	Kn	14,0	43,9	36,1
Çk	20,3	93,4	111,8	Kn	14,8	43,9	39,1
Çk	25,9	97,9	149,4	Kn	21,4	116,0	119,8
Çk	28,2	124,6	174,7	Kn	16,1	61,5	47,2
Çk	18,0	74,1	76,5	Kn	19,9	79,3	107,8
Çk	6,2	3,7	3,0	Kn	20,8	127,3	115,8
Çk	31,4	204,4	225,2	Kn	14,7	38,0	38,7
Çk	63,0	988,4	1.017,7	Kn	7,3	5,4	3,4
Çk	20,3	80,1	111,8	Kn	2,4	1,4	1,7
Çk	19,2	57,5	98,5	Kn	26,5	337,2	155,2
Çk	17,3	29,4	63,2	Kn	9,6	18,0	6,9
Çk	21,0	122,3	117,2	Kn	13,7	38,0	34,9
Çk	21,6	60,0	121,0	Kn	12,5	29,4	28,3
Çk	18,1	54,0	78,5	Kn	12,4	29,8	27,6
Çk	21,0	50,3	117,2	Kn	13,2	35,2	32,6
Çk	13,5	19,1	34,0	Kn	13,8	32,4	35,3
Çk	16,8	21,3	55,2	Kn	14,0	33,0	36,1
Çk	16,5	30,5	51,4	Kn	9,5	13,2	6,5
Çk	19,4	57,9	101,5	Kn	5,7	5,5	2,8
Çk	25,1	103,9	142,6	Kn	10,0	13,9	8,7
Çk	5,5	3,3	2,7	Kn	7,5	9,7	3,5
Çk	44,7	381,7	491,1	Kn	14,0	40,0	36,1
Çk	46,6	420,0	510,4	Kn	13,3	32,9	33,1
Çk	40,6	307,4	431,2	Kn	25,0	196,6	141,9
Çk	48,8	466,6	527,4	Kn	57,8	1.365,4	1.012,1
Çk	51,7	531,7	563,8	Kn	16,9	79,5	56,7
Çk	51,3	521,0	552,3	Kn	50,0	973,8	535,8
Çk	19,5	58,7	102,9	Kn	53,9	1.158,3	834,5

Tablo 165'in devamı

Çk	14,9	31,9	39,6	Kn	13,0	43,7	31,5
Çk	47,7	441,4	519,5	Kn	19,1	105,6	97,0
Çk	48,0	449,4	521,7	Kn	44,7	752,6	491,1
Çk	27,5	127,1	166,1	Kn	12,2	37,7	26,1
Çk	53,8	581,7	816,7	Kn	59,5	1.458,6	1.014,8
Çk	59,0	714,5	1.014,2	Kn	53,8	1.157,2	816,7
Çk	19,1	55,5	97,0	Kn	54,0	1.165,2	851,6
Çk	5,2	2,9	2,6	Kn	34,2	404,8	281,6
Çk	32,2	182,0	240,4	Kn	54,8	1.202,8	950,9
Çk	8,6	9,3	4,5	Kn	26,8	231,8	158,3
Çk	20,3	64,2	111,8	Kn	40,1	585,6	421,8
Çk	37,8	261,9	364,9	Kn	34,8	422,8	294,5
				Kn	31,5	334,8	227,1
				Kn	21,3	136,5	119,2
				Kn	21,2	134,5	118,5
				Kn	45,9	801,3	503,8
				Kn	5,5	6,0	2,7

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 166' da gösterilmiştir.

Tablo 166. Toplam ağaç karbonu test verileri model tahmini ve gerçek veriler

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	1.713,1	1.019,9	Kn	16,0	79,3	46,3
Çk	19,6	47,8	104,2	Kn	20,3	110,6	111,8
Çk	40,0	374,9	419,8	Kn	15,1	56,9	40,5
Çk	29,8	138,7	197,8	Kn	30,8	356,3	214,5
Çk	44,8	536,8	492,3	Kn	24,2	200,5	136,1
Çk	46,5	649,4	509,5	Kn	30,3	226,4	205,9
Çk	10,7	12,7	13,2	Kn	19,9	122,6	107,8
Çk	10,5	8,2	11,7	Kn	8,5	12,9	4,3
Çk	2,6	0,9	1,8	Kn	6,0	5,4	2,9
Çk	40,2	300,2	423,7	Kn	33,1	210,1	258,5
Çk	22,5	80,4	125,9	Kn	37,6	504,4	359,5
Çk	9,1	10,3	5,4	Kn	42,1	655,0	456,4
				Kn	23,0	162,7	128,7

Toplam Ağaç Karbonu için aynı çap verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup

olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve t-test' i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

Toplam Ağaç Karbon değerleri için yapay sinir ağı modelinden elde edilen karbon değerleri ile gerçek karbon değerleri arasında istatistiki fark bulunmadığı ortaya konulmuş olup aynı modele Çap Kademesi Ortası girdi değerleri girilerek her bir çap kademesi için Toplam Ağaç Karbon değerleri elde edilmiştir (Tablo 167).

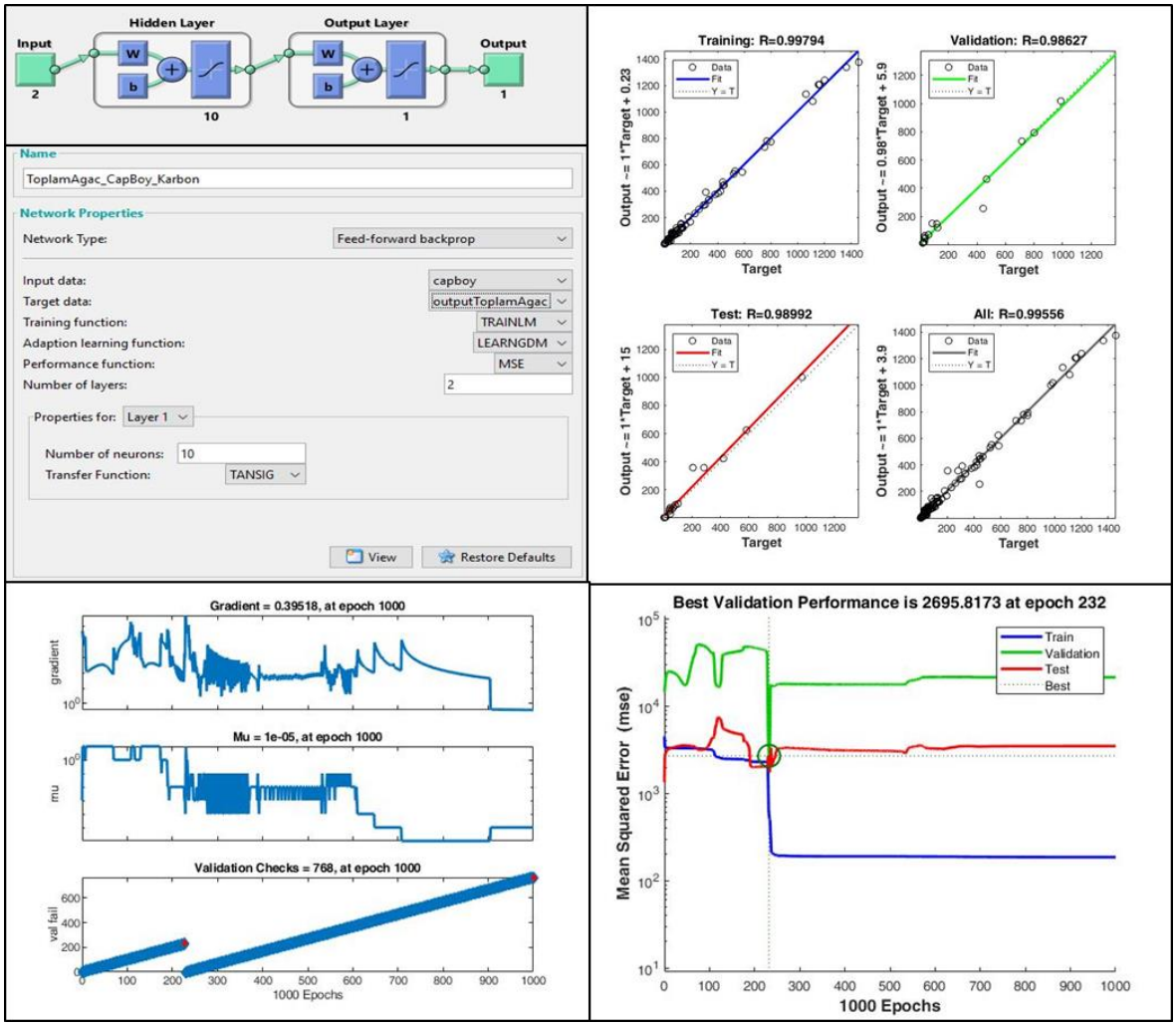
Tablo 167. Toplam ağaç karbon (Çk+Kn) tablosu

Çap Kademesi Ortası (cm)	**Çap Kademesi (cm)**	**Karbon (kg)**
0-4	2	1,7
4-8	6	2,9
8-12	10	8,7
12-16	14	36,1
16-20	18	76,5
20-24	22	123,2
24-28	26	150,4
28-32	30	201,0
32-36	34	277,3
36-40	38	370,5
40-44	42	454,8
44-48	46	504,8
48-52	50	535,8
52-56	54	851,6
56-60	58	1.012,6
60-64	62	1.017,0
64-68	66	1.019,3
68-72	70	1.024,3

- Karaçam + Kayın (Model-2, d/h)

Toplam Ağaç Karbonunun modellenmesinde kullanılan 107 örnek ağacın çift giriş girdisi çap ve boy olarak belirlenmiş ve çıktı kısmında toplam ağaç karbonu olarak yapay sinir ağına girilmiştir. Şekil 35' de oluşturulan yapay sinir ağının özellikleri ve sonuçları sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde eğitimin doğrulama kontrol sayısı 1000 olarak belirlenmiş ve 768 eğitim tamamlanmıştır. Yapay Sinir Ağının eğitimi doğrulama ve test verileri üzerindeki tahmin başarısı ile toplam başarı oranı %99,6 olarak hesaplanmıştır.

Eğitim performansı grafiğinde eğitim, doğrulama ve test verilerinin tahmininde YSA' ya ait en iyi sonucun 232 iterasyonda elde edildiği görülmüştür. Burada X ekseni iterasyon sayısını Y ekseni ise MSE değerini göstermektedir. MSE yapay sinir ağı performansı fonksiyonudur ve ağın performansını ölçmektedir. Eğitim durumu doğrudan ağırlık tahminine dahil olmamakla birlikte eğitim dışı verilere genelleme yeteneğini korumaktadır.



Şekil 35. Toplam ağaç karbon YSA model istatistik verileri

Toplam Ağaç Karbonu için 107 örnek ağacın çap ve boy verilerinin girdi, karbon değerlerinin çıktı olarak kullanılmasıyla oluşturulan modelden elde edilen her bir örnek ağaç için karbon değerleri ve örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 168'de sunulmuştur. Model sonuçları ile gerçek karbon değerleri arasında oluşturulan regresyonda %99,56'lık bir başarı bulunmaktadır.

Tablo 168. Toplam ağaç karbon model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model	Ağaç Türü	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Karbon (kg)	Karbon (kg) Model
Çk	64,6	29,7	1.062,5	1.133,8	Kn	30,7	27,3	295,4	294,2
Çk	59,8	25,1	1.113,6	1.079,9	Kn	16,4	21,4	97,6	106,6
Çk	40,6	23,1	442,4	256,1	Kn	20,7	19,5	161,1	146,5
Çk	53,6	24,5	770,7	779,6	Kn	16,3	17,3	79,9	91,9
Çk	34,2	23,8	312,9	392,8	Kn	15,2	11,9	39,5	36,0
Çk	34,9	23,2	282,1	356,7	Kn	21,1	15,6	83,5	77,5
Çk	58,2	28,3	799,6	773,0	Kn	19,4	17,1	92,5	123,0
Çk	24,8	14,5	112,3	85,6	Kn	47,4	35,1	440,0	469,1
Çk	20,7	15,3	67,5	75,5	Kn	20,3	13,7	63,9	79,1
Çk	20,7	18,7	84,5	150,1	Kn	20,3	17,2	142,0	122,0
Çk	24,9	19,2	128,4	155,4	Kn	17,8	13,9	56,9	59,7
Çk	22,1	16,8	103,3	102,2	Kn	14,0	16,6	43,9	71,0
Çk	20,3	15,6	93,4	76,4	Kn	14,8	14,0	43,9	49,0
Çk	25,9	15,9	97,9	99,7	Kn	21,4	18,5	116,0	146,5
Çk	28,2	20,2	124,6	128,9	Kn	16,1	14,1	61,5	56,3
Çk	18,0	15,2	74,1	72,1	Kn	19,9	12,8	79,3	68,8
Çk	6,2	9,2	3,7	1,6	Kn	20,8	18,6	127,3	149,8
Çk	31,4	24,8	204,4	357,0	Kn	14,7	14,5	38,0	48,0
Çk	63,0	33,0	988,4	1.018,4	Kn	7,3	9,6	5,4	2,0
Çk	20,3	13,1	80,1	76,1	Kn	2,4	3,8	1,4	1,4
Çk	19,2	16,3	57,5	88,8	Kn	26,5	20,4	337,2	337,0
Çk	17,3	11,6	29,4	41,3	Kn	9,6	11,8	18,0	10,6
Çk	21,0	17,3	122,3	120,2	Kn	13,7	13,2	38,0	34,7
Çk	21,6	13,5	60,0	81,8	Kn	12,5	11,2	29,4	16,9
Çk	18,1	14,0	54,0	61,6	Kn	12,4	12,1	29,8	20,2
Çk	21,0	12,1	50,3	23,2	Kn	13,2	14,4	35,2	42,0
Çk	13,5	11,6	19,1	23,9	Kn	13,8	13,1	32,4	35,3
Çk	16,8	10,6	21,3	14,1	Kn	14,0	13,2	33,0	37,7
Çk	16,5	13,5	30,5	51,1	Kn	9,5	10,8	13,2	5,6
Çk	19,4	14,1	57,9	69,6	Kn	5,7	11,7	5,5	8,1
Çk	25,1	17,0	103,9	104,8	Kn	10,0	11,0	13,9	7,0
Çk	5,5	5,8	3,3	1,4	Kn	7,5	12,2	9,7	12,9
Çk	44,7	25,5	381,7	375,2	Kn	14,0	15,7	40,0	59,2
Çk	46,6	26,3	420,0	423,0	Kn	13,3	16,1	32,9	63,8
Çk	40,6	23,8	307,4	297,5	Kn	25,0	19,4	196,6	168,3
Çk	48,8	27,1	466,6	463,8	Kn	57,8	32,9	1.365,4	1.336,4
Çk	51,7	28,3	531,7	552,1	Kn	16,9	15,2	79,5	72,4
Çk	51,3	28,1	521,0	530,7	Kn	50,0	30,0	973,8	1.001,1
Çk	19,5	14,2	58,7	70,0	Kn	53,9	31,5	1.158,3	1.206,3

Tablo 168’in devamı

Çk	14,9	11,7	31,9	32,9	Kn	13,0	12,9	43,7	27,0
Çk	47,7	26,7	441,4	443,1	Kn	19,1	16,4	105,6	91,3
Çk	48,0	26,8	449,4	447,2	Kn	44,7	28,0	752,6	733,9
Çk	27,5	18,1	127,1	119,5	Kn	12,2	12,4	37,7	19,7
Çk	53,8	29,1	581,7	624,5	Kn	59,5	33,5	1.458,6	1.374,9
Çk	59,0	31,0	714,5	733,5	Kn	53,8	31,5	1.157,2	1.205,3
Çk	19,1	13,9	55,5	68,1	Kn	54,0	31,5	1.165,2	1.207,1
Çk	5,2	5,6	2,9	1,4	Kn	34,2	23,6	404,8	384,3
Çk	32,2	20,2	182,0	205,9	Kn	54,8	31,8	1.202,8	1.239,3
Çk	8,6	8,0	9,3	1,5	Kn	26,8	20,3	231,8	231,1
Çk	20,3	14,6	64,2	73,9	Kn	40,1	26,1	585,6	544,1
Çk	37,8	22,7	261,9	263,4	Kn	34,8	23,9	422,8	398,9
					Kn	31,5	22,4	334,8	333,6
					Kn	21,3	17,6	136,5	127,2
					Kn	21,2	17,5	134,5	125,2
					Kn	45,9	28,5	801,3	793,6
					Kn	5,5	7,5	6,0	1,4

Test verisi olarak ayrılan 25 örnek ağacın çap verileri yukarıda oluşturulan modelin test edilmesi amacıyla modele girdi olarak girilmiş ve elde edilen karbon sonuçları ile aynı örnek ağaçlara ait gerçek karbon değerleri Tablo 169’ da gösterilmiştir.

Tablo 169. Toplam ağaç karbon test verileri model tahmini ve gerçek veriler tablosu

Ağaç Türü	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**	**Ağaç Türü**	**Göğüs Çapı (cm)**	**Boy (m)**	**Karbon (kg)**	**Karbon (kg) Model**
Çk	67,0	32,9	1.713,1	970,1	Kn	16,0	22,0	79,3	105,3
Çk	19,6	14,7	47,8	70,0	Kn	20,3	19,4	110,6	135,2
Çk	40,0	26,6	374,9	559,7	Kn	15,1	15,4	56,9	56,4
Çk	29,8	19,4	138,7	128,2	Kn	30,8	25,8	356,3	327,1
Çk	44,8	22,5	536,8	394,0	Kn	24,2	19,5	200,5	161,4
Çk	46,5	30,0	649,4	821,4	Kn	30,3	20,9	226,4	266,3
Çk	10,7	10,2	12,7	6,5	Kn	19,9	22,8	122,6	37,2
Çk	10,5	6,0	8,2	1,4	Kn	8,5	6,8	12,9	1,4
Çk	2,6	2,6	0,9	1,4	Kn	6,0	8,0	5,4	1,4
Çk	40,2	23,6	300,2	288,6	Kn	33,1	18,4	210,1	211,2
Çk	22,5	15,7	80,4	81,8	Kn	37,6	25,1	504,4	468,6
Çk	9,1	8,2	10,3	1,6	Kn	42,1	26,9	655,0	617,3
					Kn	23,0	18,4	162,7	138,8

Toplam Ağaç Karbonu için aynı çap ve boy verilerinden alınmış gerçek karbon değerleri ile YSA' dan elde edilen karbon değerlerine ait iki veri seti arasında istatistiki açıdan fark olup olmadığını kontrol etmek amacıyla veri setlerine sırasıyla normalite testi ve T-test'i uygulanmıştır. Yapılan testler sonucunda (Tablo 170) YSA' dan elde edilen Karbon değerleri ile gerçek Karbon değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmaktadır.

3.2.8. Karbon Depolama Modellerinin Kontrolü

Yapılan çalışma kapsamında, karaçam ve kayın türlerinin ağaç bileşenlerinde depolanan karbon miktarının belirlenmesinde kullanılmak üzere geliştirilen denklemlerin genel uygulanabilirliğinin kontrolü amacıyla, Karaçam türünden 12 adet, Kayın türünden 13 adet olmak üzere toplamda 25 örnek ağaç verisi bağımsız kontrol verisi olarak kullanılmıştır. Denklem gelişimi için ayrılan gözlem sayısının, denklem geliştirmeye olanak sağlayacak yeterlilikte olması, test grubundaki gözlem sayısının ise test yapmaya ve uygun istatistiksel analiz yapmaya elverişli olması gerekmektedir. Projede bu koşullar sağlanmıştır.

Geliştirilen modellerin geçerliliği Student'in Eşleştirilmiş t-testi ile test edilmiştir. Her bir bileşen için normal dağılımlı veya normal dağılım koşullarını sağlamayan toplumlarda eşlendirilmiş örneklerin karşılaştırılmasında kullanılan Eşleştirilmiş t-testi sonuçlarına göre, geliştirilen karbon depolama modellerinin %1 önem düzeyinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Eşleştirilmiş t-testine ilişkin bulgular Tablo 170'te sunulmuştur.

Tablo 170. Karbon verileri istatistik değerleri

Karbon Modelleri (Test Verileri)		Karbon Bileşeni	Test İstatistiği (t_{hesap})	Önem Düzeyi
Tür	Örnek Sayısı			
Karaçam+Kayın	25	İbre/Yaprak (Tek Girişli: Çap)	0,618	P>0,01
		İbre/Yaprak (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,893	P>0,01
		Dal (Tek Girişli: Çap)	0,259	P>0,01
		Dal (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,427	P>0,01
		Kabuk (Tek Girişli: Çap)	0,747	P>0,01
		Kabuk (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,678	P>0,01
		Gövde (Tek Girişli: Çap)	0,716	P>0,01
		Gövde (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,627	P>0,01
		Toplam Ağaç (Tek Girişli: Çap)	0,166	P>0,01
		Toplam Ağaç (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,216	P>0,01
Karaçam	12	İbre (Tek Girişli: Çap)	0,530	P>0,01
		İbre (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,034	P>0,01
		Dal (Tek Girişli: Çap)	0,937	P>0,01
		Dal (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,638	P>0,01
		Kabuk (Tek Girişli: Çap)	0,814	P>0,01
		Kabuk (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,158	P>0,01
		Gövde (Tek Girişli: Çap)	0,638	P>0,01
		Gövde (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,308	P>0,01
		Toplam Ağaç (Çk) (Tek Girişli: Çap)	0,583	P>0,01
		Toplam Ağaç (Çk) (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,530	P>0,01

Tablo 170'in devamı

Kayın	13	Yaprak (Tek Girişli: Çap)	0,039	P>0,01
		Yaprak (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,116	P>0,01
		Dal (Tek Girişli: Çap)	0,028	P>0,01
		Dal (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,650	P>0,01
		Kabuk (Tek Girişli: Çap)	0,972	P>0,01
		Kabuk (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,382	P>0,01
		Gövde (Tek Girişli: Çap)	0,152	P>0,01
		Gövde (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,023	P>0,01
		Toplam Ağaç (Kn) (Tek Girişli: Çap)	0,446	P>0,01
		Toplam Ağaç (Kn) (Çift Girişli: Çap-Boy)	0,249	P>0,01

3.3. Meşcere Parametrelerine Ait Bulgular

Bu çalışma kapsamında, Karaçam+Kayın meşcere tipinden örnek alanlar seçilmiştir. Toplamda 70 örnek alan alınmıştır. Bu örnek alanlarda, "Meşcere Parametrelerinin Hesaplanması" bölümünde belirtildiği gibi, meşcere yaşı (*t*), meşcere orta çapı (d_q: göğüs yüzeyi orta ağacının çapı), hektardaki ağaç sayısı (N), hektardaki göğüs yüzeyi (G) ve hektardaki hacim (V) değerleri hesaplanmıştır.

Bulguların geniş yer kaplaması nedeniyle, ilgili değerlerin minimum, maksimum, aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 171'de verilmiştir.

Tablo 171. Örnek alanlara ilişkin bazı meşcere parametreleri

İstatistiksel Ölçütler	**Yaş (yıl)**	**Göğüs yüzeyi Orta Ağacının Çapı**	**Ağaç sayısı (adet/ha)**	**Göğüs yüzeyi (m^2/ha)**	**Hacim (m^3/ha)**
Karaçam+Kayın meşcereleri için					
Minimum	12	1,4	200	1.432,6	9,7
Maksimum	160	38,1	8.150	1.385.938,7	1.491,2
A. ort.	77	19,1	1.719	336.976,1	324,6
S. sapma	39	8,3	1.956	242.646,9	258,8

3.4. Model-1 (Çk+Kn) ve Model-2(Çk/Kn) Sonuçlarının Tek Ağaç Bazında Karşılaştırılması

70 örnek alanda bulunan 3168 ağacın tamamının $d_{1.30}$ çapları yapay sinir ağlarında Model-1 (Çk+Kn) 'de biyokütle ve karbon olarak modellenmiş ve sonuçları Ek Tablo 1' de sunulmuştur. Aynı örnek alanlarda bulunan 3168 tane Karaçam ve Kayın ağacının 1222 Karaçam ve 1946 Kayın ağacı ayrı ayrı yapay sinir ağlarında modellenmiş ve elde edilen sonuçlara örnek Ek Tablo 1'de sunulmuştur. 9 nolu örnek (9:Örnek alan numarası, 001:Ağaç sıra numarası) alanda yer alan 17 ağaç için yapılan modelleme sonucunda Model-1 biyokütle değerleri 11,3-1402,0 arasında, Model-1 karbon değerleri 7,6-556,1 değerleri arasında gerçekleşmiştir. Model-2 sonuçları incelendiğinde biyokütle değerleri 3,7- 977,9 arasında, Model-2 karbon değerleri 2,0-457,3 değerleri arasında gerçekleşmiştir. Karaçam Kayın karışık meşceresinde ağaç türlerini ayırmadan (Çk+Kn) modele dahil edip elde edilen sonuçlar ile tür bazında ayırıp (Çk/Kn) modele dahil edilerek elde edilen sonuçlar arasında ki değer çiftleri karşılaştırıldığında 0,93'lük, karbonda 0,97'lik ilişki bulunmaktadır.

Tablo 172'de sunulan Model-1 ve Model-2 sonuçları istatiksel olarak incelendiğinde anlamlı fark görülememiştir. Bu durumda Karaçam Kayın karışık meşcerelerinde ağaç türlerinin ayrım yapmadan yapay sinir ağları modelinde girilmesinin elde edileçek sonuçlar bakımından ayrı ayrı girilmesi ile istatiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı sonucuna varılmaktadır.

Tablo 172. Örnek model-1 ve model-2 sonuçlarının ağaç bazlı karşılaştırılması

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Ağaç Türü	Ağaç Çapı (cm)	Model-1 Çk/Kn Biyokütle	Model-1 Çk/Kn Karbon	Model-2 Çk+Kn Biyokütle	Model-2 Çk+Kn Karbon
9	1	Çk	40,0	770,7	379,4	785,3	417,7
9	2	Kn	30,8	649,8	268,8	506,3	252,7
9	3	Çk	34,6	633,7	261,1	674,4	342,3
9	4	Çk	33,1	537,1	239,7	574,6	325,6
9	5	Çk	34,0	603,0	253,4	632,9	337,5
9	6	Çk	45,6	977,9	457,3	1.402,0	556,1
9	7	Çk	32,6	492,3	231,0	549,9	315,2
9	8	Kn	32,7	408,8	302,7	554,3	317,6
9	9	Kn	5,0	7,4	2,5	11,3	8,6
9	10	Kn	4,0	4,8	2,2	11,4	8,1
9	11	Kn	3,0	3,7	2,0	11,9	7,6
9	12	Kn	4,7	6,4	2,4	11,3	8,5

Tablo 172'nin devamı

9	13	Çk	39,8	784,1	409,1	762,3	369,4
9	14	Çk	33,6	605,4	333,1	576,6	247,6
9	15	Çk	33,5	598,8	331,8	569,2	246,1
9	16	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
9	17	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2

Gerçekleşen bu değerler incelendiğinde 7 nolu örnek alan için Model-1 (ÇkKn) toplam karbon değeri (3988,4) ile toplam biyokütle değerinin (7736,8) oranı 0,51 olarak hesaplanmışken Model-2 (Çk/Kn) toplam karbon değeri (3270,8) ile topla biyokütle değerinin (7017,6) oranı 0,47 olarak hesaplanmıştır.

3.5. Model-1 (Çk/Kn) ve Model-2 (Çk+Kn) Sonuçlarının Örnek Alan Bazında Karşılaştırılması

Karaçam Kayın ormanlık alanlarından seçilen 70 örnek alandaki Karaçam ve Kayın ağaç türlerine ait göğüs çap değerlerinin yapay sinir ağları modeline girilerek elde edilen biyokütle ve karbon değerleri Model-1 olarak Ek Tablo 1'de verilmiştir. Model-1 verilerinde yer alan Karaçam ve Kayın ağaç türlerine ait biyokütle ve karbon değerleri Çk+Kn Modeli Toplam sütununda toplanmıştır. Aynı tabloda 70 örnek alandaki Karaçam ve Kayın ağaçlarının göğüs çaplarının tek bir ekosistem gibi kabul edilip tür ayrımı yapılmadan yapay sinir ağlarına girilerek elde edilen biyokütle ve karbon değerlerine Model-2 olarak yer verilmiştir. Örnek alanlarda ki Karaçam+Kayın ağaç türlerine ait göğüs çapı değerlerini bir arada Yapay Sinir Ağlarında kullanıp elde edilen biyokütle sonuçları ile göğüs çaplarını ayrı ayrı YSA' ya tanıtıp elde edilen biyokütle sonuçları arasında değer çiftleri karşılaştırması yapıldığında (saçılım diyagramı) Model-1 (Çk/Kn Modelleri) ve Model-2 (Çk+Kn Modelleri)'den elde edilen biyokütle sonuçlarının toplamı arasında benzerlik oranı R^2=0,9737 olarak hesaplanmaktadır. Aynı işlem karbon sonuçları için yapıldığında benzerlik oranı R^2=0,8965 olarak hesaplanmaktadır. Bu sonuçlar biyokütle ve karbon veri setleri arasında ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Yine aynı veri setlerine ait t-test' leri yapıldığında Sig. değerleri sırasıyla 0,44 ve 0,12 olarak hesaplanmış iki değerde 0,05'den büyük olduğu için iki veri seti arasında istatiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır (Tablo 173).

Tablo 173. Model-1 ve Model-2 sonuçlarının istatistik değerleri

Örnek Alan		**Test İstatistiği (t_{hesap})**
Model-1	**Model-2**	
Çk/Kn Biyokütle	Çk+Kn Biyokütle	0,44
Çk/Kn Karbon	Çk+Kn Karbon	0,12

70 örnek alandaki toplam ağaç karbon miktarları toplam biyokütle miktarlarına oranlandığında Model-1 (Çk/Kn) için oluşturulan Karaçam ağaç türünde Karbon/Biyokütle oranı %45,6, Model-1 (Çk/Kn) için oluşturulan Kayın ağaç türünde Karbon/Biyokütle oranı %47,6, Model-1 (Çk/Kn) tahmin edilen Karbon/Biyokütle oranı %50 olarak, Model-2 (Çk+Kn) tahmin edilen Karbon/Biyokütle oranı %50 olarak hesaplanmıştır (Tablo 174).

Tablo 174. Model-1 ve Model-2 sonuçlarının örnek alan bazlı karşılaştırılması

Örnek Alan	**Çk/Kn Modelleri (Model-1)**						**Çk+Kn Modeli (Model-2)**	
	Çk		Kn		Çk+Kn Modeli Toplam			
	Toplam Biyokütle (ha)	Toplam Karbon (ha)	Toplam Biyokütle (ha)	Toplam Karbon (ha)	Toplam Biyokütle (ha)	Toplam Karbon (ha)	Toplam Biyokütle (ha)	Toplam Karbon (ha)
1	252.528,00	113.313,90	96.941,20	69.645,60	349.469,30	182.959,50	337.413,20	174.377,30
2	138.866,50	62.132,50	59.089,50	31.301,90	197.956,00	93.434,40	213.568,60	98.802,80
3	201.934,40	92.043,80	116.521,70	64.697,50	318.456,10	156.741,20	378.895,40	182.252,40
4	102.091,20	47.898,60	108.934,30	53.601,20	211.025,50	101.499,80	230.642,90	130.456,30
5	3.713,10	2.011,90	2.535,60	723,8	6.248,60	2.735,60	7.412,90	5.036,20
6	34.948,90	14.145,10	103.879,70	42.664,10	138.828,70	56.809,30	191.843,80	99.933,70
7	301.480,00	135.152,40	119.185,30	63.116,30	420.665,30	198.268,70	428.821,40	196.131,50
8	49.089,50	23.780,90	23.405,40	21.425,00	72.494,90	45.206,00	91.006,10	53.185,90
9	144.336,40	67.538,80	30.323,20	17.930,10	174.659,60	85.469,00	186.715,20	92.528,60
10	1.364,90	616,8	4.863,60	1.186,90	6.228,50	1.803,70	1.714,60	793,7
11	155.965,10	73.398,60	129.759,60	66.175,80	285.724,70	139.574,40	311.951,00	150.305,10
12	208.705,40	98.448,00	13.095,40	6.011,40	221.800,70	104.459,40	246.675,70	118.777,30
13	62.386,80	31.461,90	35.393,10	13.199,30	97.779,90	44.661,20	107.359,50	53.958,40
14	23.677,10	11.257,60	37.198,40	11.816,20	60.875,50	23.073,80	51.553,80	25.155,20
15	139.882,50	68.206,40	38.105,30	25.340,80	177.987,80	93.547,20	218.996,40	118.495,40
16	516.085,30	232.180,20	156.521,40	104.356,40	672.606,70	336.536,50	758.499,80	379.958,50
17	353.059,00	153.181,70	91.246,40	100.392,40	444.305,50	253.574,10	535.795,70	311.281,10
18	345.095,40	164.204,00	151.367,70	113.471,90	496.463,10	277.675,90	621.086,40	314.703,10
19	289.401,40	132.629,40	94.744,80	79.320,50	384.146,20	211.950,00	452.060,40	256.025,10
20	533.511,40	228.338,60	384.624,70	220.372,80	918.136,10	448.711,40	1.033.049,40	506.155,50
21	47.353,20	23.337,90	5.661,20	1.766,00	53.014,40	25.103,90	74.825,90	42.134,20

Tablo 174'ün devamı

22	43.146,40	19.462,60	11.317,10	1.913,40	54.463,50	21.376,10	80.687,60	48.237,50
23	56.671,60	25.733,30	16.274,10	3.849,40	72.945,70	29.582,70	98.799,80	55.368,60
24	51.867,50	24.007,70	15.108,20	4.949,90	66.975,70	28.957,70	82.783,90	49.256,80
25	34.233,60	14.198,90	2.259,20	676,4	36.492,80	14.875,30	51.216,50	29.108,40
26	234.118,80	113.682,10	87.577,30	51.873,50	321.696,10	165.555,60	379.621,80	169.183,60
27	160.912,50	80.063,10	52.020,60	31.493,10	212.933,00	111.556,20	245.681,90	114.352,90
28	207.356,60	93.666,00	1.699,70	140,1	209.056,30	93.806,20	255.420,30	118.619,50
29	327.417,00	143.035,00	7.030,10	3.017,10	334.447,20	146.052,10	412.833,70	192.771,70
30	40.438,10	18.303,00	52.586,10	14.665,20	93.024,10	32.968,20	101.232,90	55.337,90
31	16.250,30	7.706,60	8.668,50	169,1	24.918,80	7.875,70	32.659,60	14.901,10
32	14.351,20	6.685,90	13.122,20	5.977,70	27.473,30	12.663,60	34.173,10	17.435,40
33	11.761,80	5.198,90	8.975,20	1.443,10	20.737,00	6.641,90	26.646,90	13.782,40
34	42.622,40	19.978,70	6.607,00	1.755,30	49.229,40	21.734,00	62.907,30	32.666,00
35	51.476,50	23.340,20	61.153,30	28.740,70	112.629,80	52.080,90	114.271,10	56.537,60
36	170.118,50	74.692,20	47.327,40	22.362,20	217.445,90	97.054,40	221.733,20	112.628,60
37	40.135,30	19.187,70	74.021,10	37.917,00	114.156,40	57.104,70	116.939,20	58.483,30
38	29.321,20	13.802,10	42.331,60	19.401,90	71.652,90	33.203,90	77.047,40	38.038,20
39	138.189,10	60.702,40	50.652,20	27.871,60	188.841,30	88.574,00	232.768,40	102.939,40
40	139.771,30	64.672,50	144.449,50	77.163,20	284.220,80	141.835,80	268.908,50	126.683,60
41	36.182,80	15.413,10	50.344,50	15.263,90	86.527,30	30.677,00	79.456,10	45.209,20
42	195.012,40	88.860,40	47.192,00	21.320,40	242.204,40	110.180,80	251.693,80	118.969,80
43	43.683,00	19.257,60	53.251,80	26.805,30	96.934,80	46.062,90	88.119,10	46.365,00
44	271.195,30	120.589,70	64.924,80	26.345,20	336.120,10	146.934,90	359.259,40	173.834,30
45	90.211,30	39.409,60	687.805,00	139.031,60	778.016,40	178.441,20	704.950,80	420.297,40
46	214.687,90	101.500,50	80.009,00	43.613,70	294.697,00	145.114,30	350.932,40	160.316,70
47	103.154,80	46.209,40	83.175,10	47.492,80	186.329,90	93.702,20	192.936,90	90.010,90
48	70.791,60	32.733,00	64.924,80	26.345,20	135.716,30	59.078,20	139.975,80	68.915,40
49	144.286,60	62.978,40	102.649,10	46.249,80	246.935,70	109.228,20	273.834,90	131.339,70
50	180.030,90	82.781,20	69.106,90	35.441,70	249.137,70	118.222,90	273.213,00	120.020,40
51	219.838,10	100.253,80	52.277,10	24.256,60	272.115,20	124.510,30	295.740,50	132.836,90
52	93.922,10	42.708,30	104.568,20	59.329,20	198.490,30	102.037,50	185.898,10	87.759,30
53	186.328,40	83.508,10	50.198,60	31.061,40	236.527,10	114.569,50	250.614,00	145.933,90
54	152.264,00	69.494,10	44.017,50	19.209,10	196.281,50	88.703,20	233.239,70	113.013,10
55	214.935,00	96.154,50	80.849,00	40.788,40	295.784,00	136.942,90	313.169,40	148.809,40
56	194.351,10	87.569,30	76.010,40	42.074,30	270.361,50	129.643,60	273.627,50	125.802,50
57	72.500,90	31.324,10	216.790,30	111.433,30	289.291,20	142.757,40	262.551,10	125.740,30
58	245.472,90	116.955,20	73.436,90	32.910,10	318.909,90	149.865,30	403.682,30	173.787,90
59	52.822,80	23.989,30	170.719,50	76.371,90	223.542,30	100.361,20	203.662,60	90.235,50
60	252.488,40	113.414,80	58.496,70	25.141,60	310.985,10	138.556,40	399.065,20	181.590,60
61	9.024,60	3.934,10	57.346,70	11.468,30	66.371,30	15.402,40	63.422,80	38.954,90
62	46.713,00	22.253,90	8.760,30	806,4	55.473,40	23.060,30	78.493,60	45.055,10

Tablo 174’ün devamı

63	13.674,20	8.021,20	39.120,40	6.636,80	52.794,60	14.658,00	53.665,00	33.919,90
64	95.279,60	37.546,90	15.167,20	1.683,70	110.446,80	39.230,60	151.557,90	91.260,90
65	53.856,00	27.444,50	12.242,20	2.091,20	66.098,20	29.535,70	82.565,60	42.798,80
66	100.647,80	47.854,70	13.929,10	2.724,40	114.576,90	50.579,10	153.461,10	80.327,90
67	70.907,40	33.208,20	21.744,00	4.682,80	92.651,40	37.891,00	125.669,40	68.548,70
68	72.966,20	38.536,50	43.836,40	9.388,90	116.802,70	47.925,50	150.535,30	85.419,80
69	41.171,30	19.558,40	28.047,10	6.651,10	69.218,40	26.209,40	81.686,00	47.198,90
70	74.017,60	35.422,70	51.266,20	10.296,50	125.283,80	45.719,10	147.807,70	77.529,70

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada, orman ekosistemlerinin biyokütle oluşumu ve karbon depolama gibi çeşitli yönlerini simüle etmek ve analiz etmek için matematiksel, istatistiksel veya bilgisayar tabanlı temsillerin geliştirilmesi ve kullanılması süreci olarak "modelleme" kavramı tanıtılmıştır. Bu çalışman amacı, Türkiye'deki Karaçam ve Kayın karışık doğal orman alanları hakkında daha derin bir bilgiye sahip olmak, biyokütle ve karbon depolama miktarları hakkında tahminlerde bulunmak ve bu ormanlara yapılacak müdahalelerde bilinçli kararlar vermektir. Bu çalışma sırasında, bu karmaşık ekosistemlerin belirli özelliklerini aydınlatmak için kapsamlı bir araştırma yürütülmüştür. Toprak üstü biyokütlede depolanan karbon miktarı belirlenmiştir. Ayrıca, ağaç büyümesini biyokütle ve karbon depolama açısından yöneten temel matematiksel ilişkiler incelenmiştir. Karaçam ve Kayın karışık meşcere alanlarının genel biyokütle ve karbon depolama miktarları tahmin edilmiştir. Son olarak, bu biyokütle ve karbon stoklarının tahmin tabloları sunulmuştur.

Bu çalışmayı yürütmek için, Türkiye'deki 6 Bölge Müdürlüğü'ne bağlı 8 Orman İşletme Müdürlüğü'ne dağılmış 15 Orman İşletme Şefliği' nde bulunan 70 örnek alandan örnekler toplanılmıştır. Bu örnek alanlardan, Karaçam (63 ağaç) ve Kayın (69 ağaç) türlerinden toplam 132 ağaç kesilmiştir. Gövde kesitleri (132), yaprak (132) ve dal (132) örnekleri alınmıştır. Ayrıca, örnek alandaki bütün ağaçların 1,30 metrede çapları ölçülmüş ve 4 ila 8 ortalama örnek ağacın boyu ve yaşı ölçülerek kaydedilmiştir.

Çalışmaya, Türkiye'nin çeşitli coğrafi bölgelerinde dağılmış bu karışık doğal orman alanlarının bileşimini, yapısını ve dinamiklerini anlamak amacıyla detaylı bir sınıflandırma yaparak başlanılmıştır. Orman alanlarının farklı tipleri incelenerek, gelişim çağlarına (ab, b, bc, c, cd, ve d) ve kapalılık sınıflarına (1, 2 veya 3) göre kategorize edilmiştir. Bu, neredeyse tüm gelişim çağlarında ve üç kapalılık sınıfında mevcut olan meşcerelerin belirlenmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca, bazı durumlarda yerden 30 cm, 1.30 m ve gövde üzerindeki her 2 m'de alınan kesit örneklerinde veya artım burgusu ile büyüme halkalarını inceleyerek her meşcerenin yaşı belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada, orman alanlarının yaşlarının 12 ile 160 yıl arasında değiştiği ve ortalama yaşın 77 yıl olduğunu tespit edilmiştir. Bu alanlar, her biri 20 yıllık aralığa sahip

olan altı yaş sınıfına ayrılmıştır: yaşlı ormanlar (%47,2), orta ve genç ormanlar (%31,4) ve en genç ormanlar (%21,4) olarak hesaplanmıştır. Benzer bir çalışma, Türkiye'nin Karadeniz bölgesinde Pinus sylvestris ve Fagus orientalis'in karışık meşcerelerinde oluşturulan 162 deneme parselinde yürütülmüştür. Bu çalışmada, Kahriman ve Yavuz (2012), ağaç türlerinin yaşlarının Pinus sylvestris için 31 ila 150 yıl, Fagus orientalis için ise 33 ila 117 yıl arasında değiştiğini bildirmiştir. Wang vd. (2023), Zhejiang Eyaletinin (Çin) Subtropikal Karma Ormanları üzerine yaptığı bir çalışmada belirttiği üzere ormanlarda bulunan yaş çeşitliliği yer üstü karbon birikimi üzerinde farklı ağaç gruplarının farklı biyokütle ve karbon depolama seviyelerine katkıda bulunmasıyla dikey orman katmanlarının yapısını da etkileyebileceğini ortaya koymuştur.

Ortalama kareler yöntemi ile meşcere çapını hesaplamak için Meşcere içerisinde bulunan ağaçların çapları kullanılmıştır. Bu hesaplama, ormanların ortalama ağaç boyutunu tanımlayan istatistiksel bir ölçüttür. Sonuç olarak, bu orman alanlarının ortalama kare çapının 19,2 cm olduğu ve 1,4 cm ile 38,1 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Daha büyük çaplara sahip daha yaşlı ağaçlar potansiyel olarak daha fazla biyokütle ve karbon depolama miktarlarına sahip olduğunu gösterir ve bu da artan karbon depolamasına ve biyokütleye katkıda bulunabilir. Çap aralığı, meşcerelerin genel yapısını ve oluşumunu etkiler. Daha büyük çaplı ağaçlar, daha büyük biyokütleleri nedeniyle daha fazla karbon depolama eğilimindedir. Bu ağaçların daha uzun bir büyüme ve karbon biriktirme geçmişi vardır. Tersine, daha küçük çaplı ağaçlar yakın zamanda yenilenen veya daha az olgun bireyleri temsil edebilir. 19,2 cm'lik ortalama çap, çeşitli yaş sınıfları ve büyüme aşamalarında dengeli bir ağaç karışımını ortaya koyarak ekosistem yapısına katkıda bulunur. Çap dağılımında ki geniş aralık, bu karışık meşcerelerin karmaşıklığını gösterir ve etkili karbon depolamasının ve uzun vadeli orman sağlığı için farklı ağaç yaş sınıflarını yönetmenin önemini vurgular. Ortalama çapın analizine baktığımız zaman karaçam ve kayın karışık doğal meşcerelerinin yapısal durumuna ortaya koymaktadır.

Her ağaç türü için hektar başına ağaç sayısı hesaplanarak orman alanlarının yoğunluğu değerlendirilmiştir. Ağaç yoğunluğunun 200 ile 8150 ağaç/ha arasında değiştiği ve genel ortalamanın 1719 ağaç/ha olduğu belirlenmiştir. Bu durum Türkiye'de karaçam ve kayın karışık doğal alanlarındaki çeşitli ağaç dağılımını yansıtmış olup ekosistem rekabet, rejenerasyon ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir.

Bu karışık meşcere alanlarındaki odun hacmi, her tür için özel olarak belirlenmiş tek girişli hacim denklemleri (1.30 m çap) kullanılarak tahmin edilmiştir. Kullanılan hacim denklemleri istatistiksel olarak anlamlı olup ($p<0.01$) Karaçam ($R2=0.992$; $SE=0.033$ m^3) ve Kayın ($R2=0.988$; $SE=0.0691$) için çok yüksek performans özellikleri sergilemiştir. Ağaç çapına dayalı olarak ilgili hacimleri tahmin edilmiştir. Orman alanlarındaki ortalama odun hacmi 324,6 m^3/ha olarak hesaplanmış ve dağılım aralığı 9,7 m^3/ha ile 1.491,2 m^3/ha arasında değişmiştir. Bu parametrelerin analizi, Türkiye'deki Karaçam ve Kayın doğal karışık meşcere alanlarının bileşimlerini, dinamiklerini, yapılarını, evrimlerini ve genel olarak mevcut durumlarını anlamamıza olanak tanıyan belirli ve önemli özellikler sergilediği hipotezimizi doğrulamıştır. Çalışmamızın ikinci aşamasında, IPCC (2003) yönergelerine uygun olarak her bir odunsu toprak üstü katmanı (ibre/yaprak, dal, kabuk, gövde ve toplam ağaç) dikkate alarak biyokütle ve karbon depolama kapasitesi hassas bir şekilde ölçülmüştür. Öncelikle, her ürün için önerilen sıcaklık ve zaman koşullarında örnekleri fırında kurutulmuştur. Karbon içeriğini, her üründen alınan üç toz örneğe (0.6 ile 1.0 mg) dayalı olarak COSTECH Elementel Analyzer kullanarak belirlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda, karbon içeriğinin toprak üstü biyokütlesi için ağaç gövdelerinde (%32-55), dallarda (%39-84), yapraklarda (%43-71), kabukta (%34-51) ve toplam ağaçta (%37-57) olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Toprak üstü biyokütle ve karbon içeren benzer çalışmalar incelendiğinde Yavuz vd., (2010) sarıçam ağaç türünde yaptıkları çalışmada karbon birikiminin %53,4 ile en fazla ibrelerde, %5,6 ile de en az kabukta olduğunu belirtmişlerdir. Mısır vd., (2011) doğu ladininde yaptıkları çalışmada ağaç bileşenlerinde depolanan karbon miktarının gövde odunun da oranının %34,3, dal odununda oranının %37,5, yaprak oranının %46,8 ve kabuk oranının %44,3 olduğunu belirtmişlerdir. Mısır vd., (2012) Uludağ göknarında depolanan karbon miktarının ağaç bileşenleri şeklinde incelendiğinde gövde odununda oranının %56,1, dal odununda oranının %46,6, ibrede oranının %45,0 ve kabukta oranının %38,0 olduğunu ifade etmişlerdir. Mısır vd., (2013) doğu kayını üzerine yaptıkları çalışmada karbon birikim oranlarını gövde odunu, dal odunu, yaprak ve kabukta sırasıyla %43,81, %45,34, %44,38 ve %44,53 olarak hesaplamışlardır. Erkut (2013) Giresun Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde kalan Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü Saf Kayın Meşcerelerinde doğu kayını üzerine yaptığı çalışmada karbon birikiminin gövde odununda %46,15, dal odununda %47,71, yaprakta %46,46 ve kabukta %45,64 oranında olduğunu ortaya koymuştur. Aynı çalışmada örnek ağaç bileşenlerinde

(gövde odunu, dal, yaprak, kabuk ve toplam ağaç) biyokütle değerlerini sırasıyla 17-4327 kg, 0,3-3752 kg, 0,1-2370 kg, 0,6-654 kg ve 17,5-10448 kg aralığında hesaplamıştır. Karbon değerlerine baktığımızda gövde odunu, dal, yaprak, kabuk ve toplam ağaç olacak şekilde aynı sırada 7,4-1693 kg, 0,1-1778 kg, 0,05-1097 kg, 0,5-292 kg ve 8,1-4861 kg aralığında hesaplamıştır. Meşe ormanlık alanlarında yapılan çalışmada %93'ü ağaç bileşenlerinde (gövde, dal, yaprak, kabuk) depolandığı belirtilen toprak üstü toplam karbon miktarı hektarda 50,3 ton olarak hesaplanmıştır (Makineci vd., 2011). Tolunay (2009) sarıçamda depolanan karbon mikatrarları üzerine yaptığı çalışmada gövde odunu, dal odunu, ibre, kabukta sırasıyla %51,2, %54,7, %53,02, %53,5 oranında karbon depoladığını belirtmiştir. Sarıçam ağaç türü karbon birikim oranları incelendiğinde Çömez (2010), Tolunay (2009) ve Alakangas (2005) sırasıyla %52,46, %51,96 ved %51,8 olarak ifade etmişlerdir. Pirizoğlu (2019) sıklık çağındaki saf karaçam meşcerleri üzerine yaptığı çalışmada toplam toprak üstü depolanan karbon miktarını 23990,54 kg/ha olarak hesaplamıştır. Xiadong Li vd., (2010) toplam toprak üstü karbonu kore çamı plantosyanları için hektarda 104,2 ton olarak belirlemişler ve bu karbonun %92,8'inin ağaç bileşenlerinde geriye kalan kısmının ise ölü örtü ve diri örtüde bulunduğunu ifade etmişlerdir. Tang vd., (2012) depolanan toplam topak üstü karbon miktarını tropikal ekosistemlerde gövde odununda %45, dal odununda %44 ve yaprakta %41 oranında 157,3 ton/ha olarak belirlemişlerdir. IPCC 2006 raporunda karbon miktarının ibreli ormanlarda oranını %51 olarak kullanılmasını önermiştir. Mbohou, (2023) yaptığı çalışmada karışık karaçam kızılçam ormanları içerisinde bulunan 68 adet karaçam ağaç türü için tek ağaçta depolanan karbon miktarını 0,116-383,355 kg aralığında ifade etmiştir. Aynı çalışmada kızılçamın 70 örnek ağacında tek ağaçta depolanan karbon miktarını 0,28-385,69 kg aralığında bulunduğu belirtilmiştir. Karaçam Kızılçam karışık meşceresinde tek ağaç biyokütlesi incelendiğinde karaçam biyokütlesi 0,23-780,66 kg aralığında, kızılçam biyokütlesinin ise 0,54-850,41kg aralığında olduğu tespit edilmiştir. Laiho vd., (1997) sarıçam türü üzerinde yaptıkları çalışmada gövde odunu, dal odunu, yaprak ve kabukta sırasıyla %51,8, %53,1, %53,8 ve %53,2 oranında karbon depolandığını belirtmişlerdir. Gifford (2000) monteri çamı yapılan çalışmada ağaç karbon oranı %52 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar incelendiğinde, tez kapsamında yapay sinir ağları ile oluşturulan model sonuçlarının literatürdeki sonuçlara yakın değerler ortaya koyduğu görülmektedir. Kahyaoğlu vd. (2019) Saf doğu kayını meşcerelerinde topraküstü biyokütle belirleme çalışmalarında Sinop Türkeli'nde gerekli ölçümleri gerçekleştirmiştir. Yapılan

çalışmada ortalama toplam biokütleyi 406,26 kg ve gövde, dal, kabuk, yaprakta sırasıyla 314,39 kg, 51,21 kg, 30,20 kg, 7,46 kg olarak hesaplamışlardır.

Karaçamın hâkim ağaç türü olduğu ve Kayın ile karışık meşcere oluşturduğu Karaçam ve Kayın ağaç türleri için Yapay Sinir Ağları ile geliştirilen tüm modellere ait sonuçlar istatistiksel ölçütler bakımından uygun olup Karaçam, Kayın ağaç verilerinin birlikte modellenmesi ile ayrı ayrı modellenmesinde alınan sonuçlara yapılan benzerlik testlerinde anlamlılık önem düzeyi değerine göre anlamlı bir fark bulunmadığı ortaya çıkmıştır. Her bir tür için geliştirilen biyokütle ve karbon modelleri 132 adet örnek ağaç ile oluşturulmuştur. Her tür için ayrı ayrı ve tür ayrımı yapmadan birlikte geliştirilen biyokütle ve karbon modelleri, bağımsız bir veri kümesi ile kontrol edilerek Karaçamın hâkim olduğu ve Kayın ile oluşturdukları karışık meşcelerde kullanılabilecekleri sonucuna varılmıştır.

Tek girişli tüm ağaç biyokütle ve karbon tablolarının oluşturulması için Yapay Sinir Ağları yardımıyla tek ağacın tüm bileşenleri ile birlikte kuru ağırlıkları ile göğüs çapı ($d_{1.30}$) ilişkiye getirilmiş ve modeller oluşturulmuştur.

Tüm ağaç biyokütle ve karbon tablosu, tüm ağaç kuru ağırlığı ve tüm ağaç karbonu ile $d_{1.30}$'ün ilişkiye getirildiği veri setinden okunan girdilerin ağda ileri doğru hesaplayarak ağın çıktısının bulunması (feed-forward backprop) yönteminden yararlanılarak elde edilen sonuçlara göre düzenlenmiş olup, bu modeller sadece göğüs çapının ölçümünü gerektirmeleri nedeniyle pratik olarak uygulanabilirlikleri yüksektir.

Çalışma kapsamında bağımsız değişkenler kullanılarak elde edilen tek girişli biyokütle ve karbon modellerinin sonuçları her biri yapay sinir ağı ile kurulmuş modellerden bağımsız bir veri grubu ile (kontrol verileri) denetlenmiş ve oluşturulan tüm biyokütle ve karbon modellerinin sonuçları örnek ağaçların seçildiği bölge için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapay Sinir Ağları ile oluşturulan modellere ait regresyon değerlerinden de (Tablo 89) anlaşılacağı üzere modele çeşitli veri girişi yapıldıkça sonuçta elde edilen çıktı tahmin verileri ve gerçek değerler arasındaki benzerlik oranını genellikle arttığı görülmüştür. Biyokütle için tek girişli (çap) model incelendiğinde en yüksek R^2 değerinin 0,99498 ile Toplam Kayın Biyokütle Modelinden en düşük R^2 değerinin ise 0,76257 ile Toplam İbre/Yaprak Biyokütle Modelinden elde edilmiştir. YSA' da Biyokütle için oluşturulan çift

girişli (çap+boy) model incelendiğinde en yüksek R^2 değerinin 0,999 ile Toplam Kayın Biyokütle Modelinden en düşük R^2 değerinin ise 0,476 ile "Kayın Yaprak Çift Girişli Biyokütle Modeli' nden elde edildiği görülmüştür. Karbon için tek girişli (çap) model incelendiğinde en yüksek R^2 değerinin 0,989 ile Kayın Ağaç Karbon Modelinden en düşük R^2 değerinin ise 0,608 ile Toplam İbre/Yaprak Karbon Modelinden elde edilmiştir. YSA' da Karbon için oluşturulan çift girişli (çap+boy) model incelendiğinde en yüksek R^2 değerinin 0,998 ile Toplam Kabuk Karbon Modelinden en düşük R^2 değerinin ise 0,642 ile Karaçam İbre Karbon Modelinden elde edildiği görülmüştür (Tablo 175, 176).

Tablo 175. Yapay sinir ağı biyokütle modelleri R^2 değerleri tablosu (Çk+Kn, Çk/Kn)

Biyokütle Model-1	YSA (R^2) Değeri	
	Tek Girişli (Çap)	Çift Girişli (Çap+Boy)
İbre/Yaprak	76,3	84,5
Dal	84,9	86,1
Kabuk	96,8	98,9
Gövde	94,1	94,2
Ağaç	97,3	99,1
Biyokütle Model-2	YSA (R^2) Değeri	
	Tek Girişli (Çap)	Çift Girişli (Çap+Boy)
Karaçam İbre	72,1	69,3
Karaçam Dal	74,5	83,6
Karaçam Kabuk	99,9	99,9
Karaçam Gövde	99,1	91,7
Karaçam Ağaç	99,5	99,7
Kayın Yaprak	49,8	47,6
Kayın Dal	91,6	89,0
Kayın Kabuk	99,9	99,9
Kayın Gövde	98,1	98,8
Kayın Ağaç	99,5	99,9

Tablo 176. Yapay sinir ağı karbon modelleri R^2 değerleri tablosu (Çk+Kn, Çk/Kn)

Karbon Model-1	YSA Regression (R^2) Değeri	
	Tek Girişli (Çap)	Çift Girişli (Çap+Boy)
İbre/Yaprak	60,8	96,2
Dal	88,4	87,1
Kabuk	93,3	99,8
Gövde	92,1	97,4
Ağaç	94,5	99,6

Tablo 176'nın devamı

Karbon Model-2	YSA Regression (R^2) Değeri	
	Tek Girişli (Çap)	Çift Girişli (Çap+Boy)
Karaçam İbre	90,9	64,2
Karaçam Dal	93,9	97,4
Karaçam Kabuk	86,3	99,1
Karaçam Gövde	96,3	99,6
Karaçam Ağaç	98,4	99,2
Kayın Yaprak	81,5	83,9
Kayın Dal	85,3	83,6
Kayın Kabuk	98,5	99,3
Kayın Gövde	97,6	99,7
Kayın Ağaç	98,9	98,5

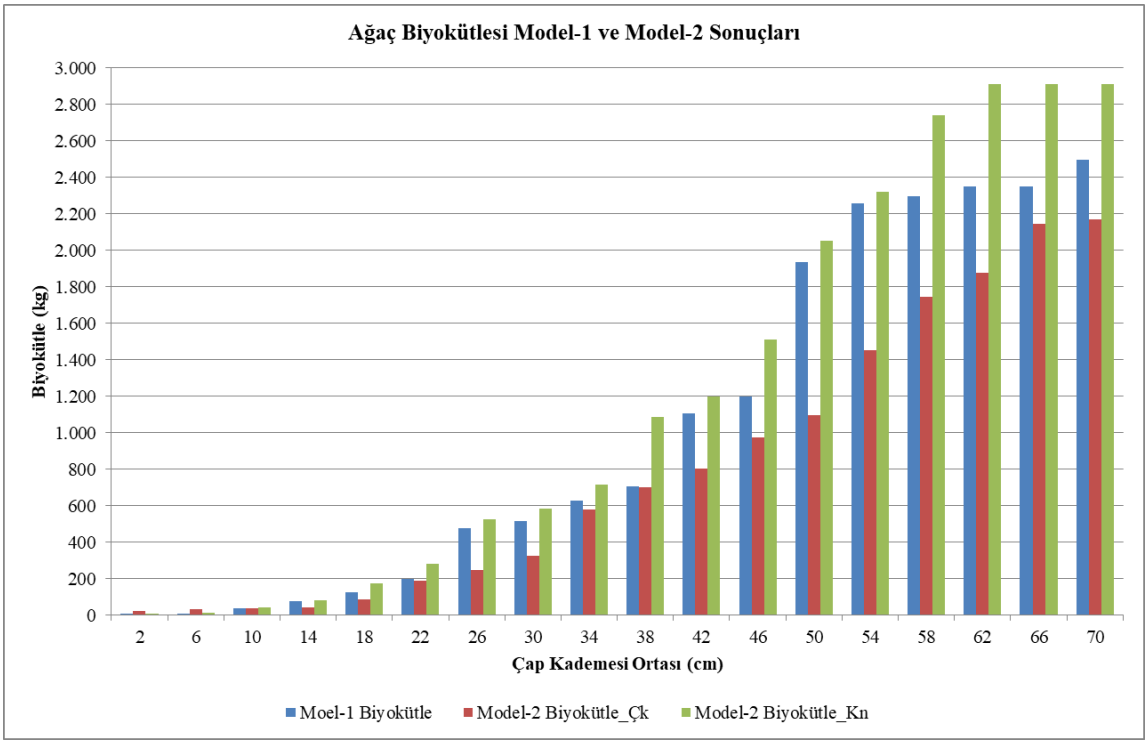
Ercanlı vd. 2023'te yaptıkları çalışmada ÇAKÜ araştırma ormanı karaçam meşcerelerinde, karaçam ağaç türü için toprak üstü toplam ağaç ve ağaç bileşenlerinde tek girişli (çap) ve çift girişli olarak (çap/boy) regresyon yöntemini kullanarak biyokütle denklemleri geliştirmiştir. Geliştirilen tek girişli biyokütle denklemleri belirtme katsayıları gövde odunu, dal, ibre ve toplam ağaçta sırasıyla 0,911, 0,885, 0,547, 0,781olarak hesaplanmıştır. Çifti girişli biyokütle denklemlerinde ise aynı sırada 0,951, 0,926, 0,637, 0,793, 0,954 olarak hesaplanmıştır.

Günlü & Ercanlı 2017' de Göldağ ormanlarındaki saf doğu kayın meşcerelerinde karbon tahmini için YSA içerisinde yer alan ileri beslemeli geri yayılımlı tahmin yöntemini kullanmışlar ve sonuç olarak kayın meşcereleri için belirtme katsayısını (R^2) 0,449 olarak hesaplamışlardır.

Karaçam ve Kayın ağaç türleri için İbre/Yaprak biyokütle ve karbon modelleri modellerine ait belirtme katsayıları incelendiğinde en düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu durumda genel olarak karbon miktarının ibre ve yapraklarda diğer ağaç bileşenlerinde göre daha az oranda olmasından kaynaklanmaktadır. Ağaç bileşenlerinde karbon miktarı arttıkça oluşturulan modellerde çap, çap+boy değişkenleri ile daha sağlıklı ilişki kurulmaktadır.

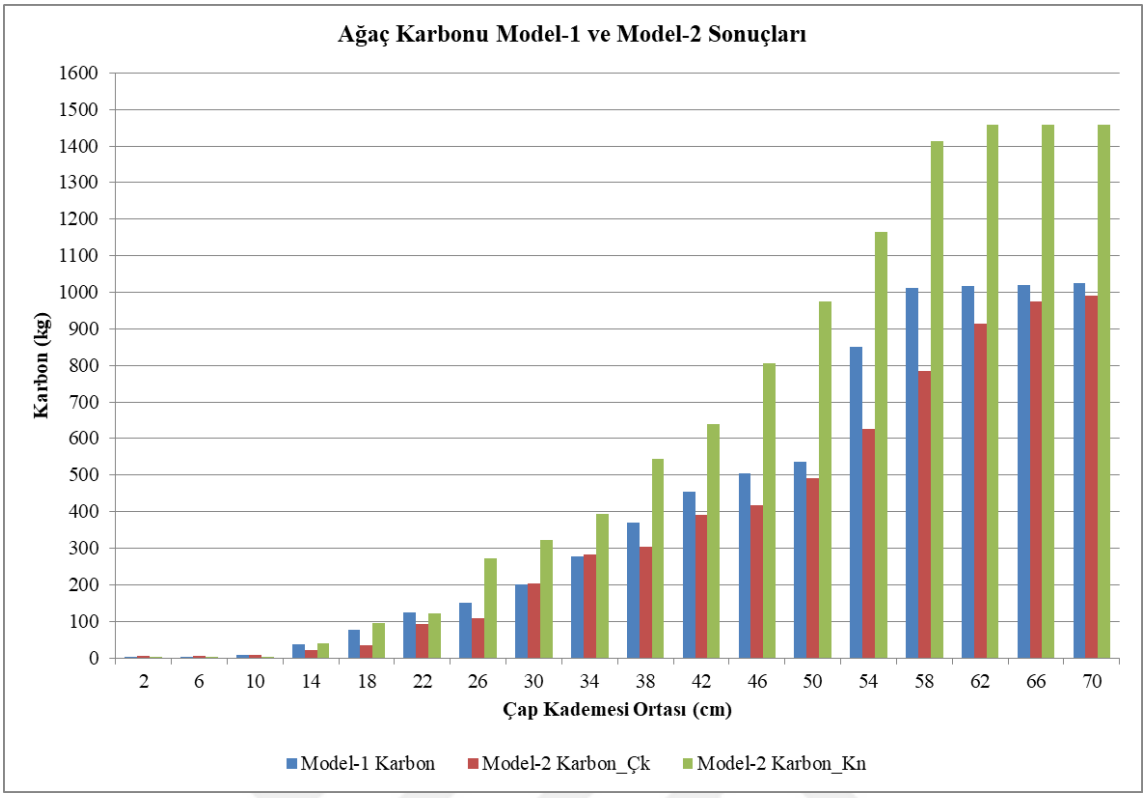
Yapılan çalışmada Karaçam Kayın meşcerelerindeki ağaç türleri yapay sinir ağlarına tür ayrımı yapılmadan girdi olarak girilmiş ve sonuç olarak Şekil 36 ve 37'de yer alan çap kademesine dağılmış biyokütle ve karbon sonuçları sunulmuştur. Çap kademeleri 0-4cm'den başlayarak 4'er cm aralıklarla 68-72 cm'ye kadar devam etmiştir. Çap kademesini temsilen

çap kademesi ortası belirlenmiş ve 0-4 cm aralığı çap kademesinde, 2 cm çap kademesi ortası, yapay sinir ağı modeli 6,4 kg biyokütle, aynı çap kademesinde 1,7 kg karbon olarak hesaplamış ve 70-72 cm 2492,7 kg biyokütle, 1024,3 kg karbon hesaplamasına kadar devam etmiştir (Şekil 36).



Şekil 36. Ağaç biyokütlesi Model-1 ve Model-2 sonuçları

Örnek ağaçlardan karaçamların $d_{1.30}$ çap değerlerinin modele dahil edilip yapay sinir ağları kullanılarak elde edilen sonuçların biyokütle ve karbon sonuçlarının ağaç çap artımı sağladıkça arttığı görülmüştür. Oluşturulan Karaçam YSA Modeli sonucu Biyokütle değerinin 2 cm Çap Kademesi Ortası için 19,6 kg'dan başlayıp 72 cm Çap Kademesi Ortası için 2169,4 kg'a ulaştığı görülmüştür. Karbon değeri için ise 2 cm Çap Kademesi Ortası için 4,5 kg'dan başlayıp 72 cm Çap Kademesi Ortası için 991,2 kg'a çıktığı görülmüştür (Şekil 37).



Şekil 37. Ağaç karbonu Model-1 ve Model-2 sonuçları

Kayın ağacına ait $d_{1.30}$ verileri modellendiğinde ve çıkan sonuçlarda çap kademesi ortası modellendiğinde 0-72 cm arasında biyokütle ve karbon değerleri elde edilmiştir. Çap kademeleri 4 cm aralıklarla seçilmiştir. Her çap kademesini temsil etmek üzere çap kademesi ortası belirlenmiştir. Karışık Karaçam+Kayın meşcerelerinde Kayın için oluşturulan Biyokütle ve Karbon modeline ait sonuçlar Şekil 36-37'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre Kayın ağaç türü 2 cm çap kademesi ortasında 5,2 kg Biyokütle, 1,4 kg Karbon hesaplanmıştır. Çap Kademeleri Ortaları incelendiğinde Biyokütle ve Karbonun ağaç çapına bağlı olarak artmaktadır.

Şekil 36 ve 37'de sunulan Karaçam Kayın karışık meşcerelerinin biyokütle ve karbon sonuçları ile Karaçam ve Kayın meşcerelerinde bulunan ağaç türlerinin ayrı ayrı modellenmesi sonucu elde edilen biyokütle ve karbon sonuçları arasında istatiksel olarak anlamlı fark bulunmamış ve Karaçam Kayın karışık meşcerelerinin yapay sinir ağlarında biyokütle modellemesi yapılırken tür ayrımı yapılmadan modele dahil edilebileceği sonucuna varılmıştır.

5. ÖNERİLER

Bu çalışma Türkiye'de karışık meşcerelerde karbon depolama miktarının belirlenmesine yönelik ilk çalışma olan TÜBİTAK 118O311 nolu projenin bir parçası olup Karaçam+Kayın karışık meşcerelerini kapsamaktadır. Ülkemiz ormanlarında depolanan karbon miktarının daha doğru veriler ile ortaya koyulması açısından karışık meşcerelerde depolanan karbon miktarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle Ülkemizde yayılış gösteren özellikle asli ağaç türlerimizin öncelikle saf meşcerelerinin devamında ise bu ağaç türlerinden oluşan ikili ve hatta üçlü karışık meşcerelerin karbon depolama miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada sadece toprak üstü canlı biyokütle olarak tanımlanan ve meşcereyi oluşturan ağaç bileşenlerinde depolanan karbon miktarı belirlenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalar ekosistemi oluşturan tüm bileşenlerde (ölü örtü, ölü odun, diri örtü, toprak ve kökler) depolanan karbon miktarlarının da dikkate alınması gerekmektedir.

Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde boşluklu kapalı meşcereler ile makilik alanlarda depolanan karbon miktarlarının belirlenmesine yönelik çalışmaların eksikliği görülmektedir. Karbon depolama miktarlarının hesaplanması çalışmalarına bahse konu makilik ve boşluklu kapalı meşcerelerinin de dahil edilmesi gerekmektedir.

Atmosferde bulunan karbondioksit miktarı oranlarının, gelişecek olan teknolojiyle, ormanların depoladığı karbon miktarları ile aynı koordinat ve lokasyonda kıyaslaması yapılarak ormanların iklim değişikliğine ve atmosferik karbondioksite ne derece etki ettiği ortaya konulmalıdır.

Ormanların sahip olduğu toprak üstü biyokütle ile depoladığı karbon miktarlarının hesaplanmasına yönelik yersel ölçümleri yapılmış olan saf ve karışık meşcereler için uzaktan algılama yöntemlerinden faydalanılarak elde edilecek verilerin, yersel ölçümlerden elde edilen sonuçlar ile doğrulama ve karşılaştırma yapılması gerekmektedir. Bu tür çalışmalarda yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve İnsansız Hava Araçları (İHA)'ndan elde edilecek yine yüksek çözünürlüklü görüntüler ile özellikle de LIDAR verilerinin kullanılması, oldukça yoğun emek ve maliyet gerektiren Karbon Depolama miktarlarının belirlenmesine büyük katkı sağlayacaktır.

Yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışmada ağ türü, eğitim fonksiyonu, koşturma fonksiyonu, gizli katman ve nöron sayısı gibi birçok seçeneğin yer

aldığı YSA modelinin oluşturulmasında, ağ olarak İleri Beslemeli Geri Yayılımlı (FeedForwardBackrop), koşturma fonksiyonu olarak Levenberg-Marquardt geri yayılımı (TrainLm), eğitim fonksiyonu olarak katsayı ağırlığı ve hata öğrenme fonksiyonu (LearnGDM) ve gizli katmanda 10 nöron kullanılmıştır. Yapılacak olan bu tür çalışmalarda YSA' nın sahip olduğu farklı ağ, koşturma fonksiyonu, eğitim fonksiyonu, gizli katman ve nöron sayıları denenerek elde edilen sonuçların bu çalışma kapsamında ortaya çıkan sonuçlar ile karşılaştırılması gerekmektedir.

Yapay zekaya dayanan yapay sinir ağlarından yararlanılarak bu çalışma kapsamında biyokütle ve karbon modellerinin oluşturulabilmesi için YSA yazılımı ile kodlama yapılmış, biyokütle ve karbon depolama modelleri oluşturulmuştur. Günümüzde YSA ile ilgili pek çok yazılım mevcut olup bu çalışma kapsamında yer alan karbon depolama miktarlarının modellemesi için kullanılan verilerin başka YSA yazılımları kullanılarak ve farklı yöntem seçilerek kodlanması ve elde edilecek sonuçların karşılaştırılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında ağaç bileşenleri ve toplam ağaç bazında ki verilerine ait regresyon yöntemiyle model oluşturulması ve oluşturulan model sonuçlarının YSA yöntemi kullanılarak oluşturulan model sonuçları ile karşılaştırılması gerekmektedir.

Yapay zekaya dayanan yapay sinir ağlarının büyük miktarda veriden öğrendiği makine öğreniminin bir alt kümesi olarak kullanılan derin öğrenme metotlarının yapılacak olan bu tür yeni çalışmalarda kullanılması ve elde edilen sonuçların YSA sonuçları ile karşılaştırılarak makine öğrenmesi etkisinin ne olacağının ortaya koyulması gerekmektedir.

Ülkemiz ormanlık alanlarının sahip olduğu biyokütle ve karbon depolama miktarlarının hesaplanmasına dair çalışmalar incelendiğinde genellikle tek ağaç bazında ağaç çapının bağımlı değişken olduğu regresyon modellerinin geliştirildiği görülmektedir. Geliştirilen bu modellerin tahmin doğruluğunu artırmak için ağaç çapının yanı sıra ağaç boyunun da dikkate alınması gerekmektedir. Aynı zamanda örnek sayısını arttırmak oluşturulan modellerin tahmin tutarlılığını arttıracaktır.

Yapılacak olan araştırmaların Karaçam ve Kayın ağaç türlerine ek olarak diğer ağaç türlerini de içerecek şekilde genişletilmesi Türkiye'deki karışık meşcere ekosistemlerinin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlayacaktır. Gövde, dallar, yapraklar ve kabuk gibi tek ağaç bileşenleri için çap ve boyu bağımlı değişken olarak kullanarak tahmin modelleri geliştirilmelidir.

Karışık meşcere ekosistemlerinin iklim değişikliğinden nasıl etkileneceği ve bunun biyokütle ve karbon depolama miktarlarını nasıl etkileyebileceği değerlendirilmelidir.

6. KAYNAKLAR

Abbasian, P., Attarod, P., Sadeghi, S. M. M., Van Stan, J. T., & Hojjati, S. M. (2015). "Throughfall Nutrients in a Degraded Indigenous Fagus Orientalis Forest and a Picea Abies Plantation in the North of Iran." Forest Systems, 24(3): 1-10. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA-CSIC). doi: 10.5424/fs/2015243-06764. Erişim adresi: Forest Systems.

Acar, C., Üçler, A. Ö., Oktan, E., (2018). Analysis of Natural Species Preference with Ecological Suitability in Higway Edge Landscaping in Turkey. Inter. Symp., People-Forest- Science.

Aggarwal, C. C. (2018). Neural networks and deep learning: A textbook. Springer.

Aksoy, H., & Kaptan, S. (2021). Monitoring of land use/land cover changes using GIS and CA-Markov modeling techniques: A study in Northern Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 193(8), 507.

Alakangas, E., (2005), Properties of wood fuels used in finland, technical research center of finland, VTT Processes, Project Report Pro2/P2030/05 (Project C5SU00800), Finland.

Alptekin, Ü. (1986). Geographical varieties of Anatolian Black Pine (Pinus nigra Arn. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe. J. Forestry., 36p.

Alvarez, E., Duque, A.,Saldarriaga, J.,Cabrera, K.,Salas, G., Valle, I., Lema, A., Moreno, F., Orrego, S., Rodriguez, L. (2012). Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. Forest Ecology and Management. 267. 297-308.

Amon, B., Çinar, G., Anderl, M. and Dragoni, F. (2021). Inventory reporting of livestock emissions: the impact of the IPCC 1996 and 2006 Guidelines. Env. Research Letters. 16p.

Asan, İ. (1995). Orman Genetik Kaynakları İle Biyoteknoloji Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Değerlendirme. In: Ulusal Biyoteknoloji Kongresi. 3-5 Ekim 1995, Ankara.

Asan, İ. (1999). Orman Ekosistemlerinde Biyokütle ve Karbon Stoklarının Hesaplanmasında Yöntemler. Orman Mühendisliği Dergisi, 39(4), 11-14.

Asan, İ. (2002). Karasal Ekosistemlerde Biyokütle ve Karbon Stoklarının Hesaplanmasında Kullanılan Modeller ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı. Ekoloji, 12(47), 25-28.

Asan, İ. (2011). Türkiye Ormancılık Sektöründe Uluslararası Ormancılık Sertifikaları ve Sertifikasyon. Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 8(1), 9-18.

ASCE (2000a). Artificial Neural Networks In Hydrology. I: Preliminary Concepts. *Journal Of Hydrologic Engineering*. 5(2), 115-123.

ASCE (2000b). Artificial Neural Networks In Hydrology. II: Hydrologic Applications. *Journal Of Hydrologic Engineering*. 5(2), 124-137.

Atalay, İ., 1997, Türkiye Coğrafyası, Ege Üniversitesi yayınları.

Atalay, İ., & Efe, R. (2012). Ecological attributes and distribution of Anatolian Black Pine [Pinus nigra Arnold. Subsp. Pallasiana Lamb. Holmboe] in Turkey.

Atıcı, E., (2006). Doğu Kayını (Fagus orienatlis Lipsky.) İnce Çaplı Gövde Hacim Tablosu. İstanbul Ünirsitesi Orman Fakültesi Dergisi.

Atmaca, S. (2008). Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam Biyokütle tablolarının düzenlenmesi. Z.K.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak.

Aydın, S., Can, A. (2017). Linear Regression Models for Estimating Forest Carbon Stocks in Different Regions of Turkey. Turkish Journal of Forestry, 36(3), 198-210.

Aydın, S., & Can, Z. (2017). Development of biomass equations for Pinus brutia Ten. in Antalya, Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 41, 200-211.

Binkley, D. Stape J.L. and Ryan, M.G. "Thinking about efficiency of resource use in forests". Forest Ecol.Manag., vol. 193, pp. 5-16. 2004.

Bird, M., Keitel, C. and Meredith, W. (2017). Analysis of Biochars for C, H, N, O and S by Elemental Analyser. 12 p.

Bishop, C. M. (1995). Neural networks for pattern recognition. Oxford University Press.

Bolat, M. (2021). "Artificial Neural Network and Regression Analysis for Predictive Modeling in Anatolian Black Pine Stands". International Journal of Forestry Research, 2021, 1-11.

Bond-Lamberty, B., Wang, C., & Gower, S. T. (2005). Modeling forest carbon dynamics using long-term measures of leaf area index and net primary productivity. Global Change Biology, 11(6), 975-991. doi:10.1111/j.1365-2486.2005.00954.x.

Brosofske, K. D., Froese, R. E., Falkowski, M. J., & Banskota, A. (2014). "Artificial Neural Networks for the Assessment and Prediction of Forest Carbon." Remote Sensing, 6(10), 9941-9973. https://www.mdpi.com/2072-4292/6/10/9941

Bulut, A. (2012). Ormanların Karbon Depolama Kapasitesinin Üç Farklı Uydu Görüntüsü Kullanılarak Uzaktan Algılama Yöntemi ile Belirlenmesi: Alacadağ Orman İşletme Şefliği Örneği. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Trabzon.

Cai, S., X.-G. Kang, L.-X. Zhang, Z.-W. Gong, L.Qın, and P.-T. Chen. 2010. A model for tree diameter distribution in stands based on artificial neural network. P. 332–336 in 2010 International Symposium on Intelligence Information Processing and Trusted Computing (IPTC). IEEE, New York.

Canadell, J. G., ve Raupach, M. R. (2008). Managing forests for climate change mitigation. Science, 320(5882), 1456-1457.

Chaturvedi, R.K., Raghubanshi, A.S., (2013). Aboveground biomass estimation of small diameter woody species of tropical dry forest. New Forests, 44, 509-519

Chen, J. M., Chen, W., Liu, J., & Cihlar, J. (2002). Modeling biomass and carbon dynamics in temperate forest stands. *Ecological Modelling*, *142*(1-2), 105-120. https://doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00280-6

Chiarello, M. A., da Silva, C. M., de Souza, R. G., & Silva, G. F. (2019). "A Review of the Application of Artificial Neural Networks in Forest Biometrics and Modeling." Ecological Modelling, 392, 24-33. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380018303131

Clutter, J.L., Fortson, IC., Pienear, IV., Brister G., Bailey, R.L., Timber Management: A Quantitative Approach, Wiley, New York, (1983).

Cywicka, K., Jakobik, A., Socha, J., Pasichnyk, D., Widlak, A., (2022). "Modeling Bark Thickness of Scots Pine and Common Oak using Recurrent Neural Networks". Journal of Forest Science, 68(3), 123-136.

Çerçioğlu, M., Bilir, N. (2018). Burdur-Gölhisar Yöresi Anadolu Karaçamı [Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe] Popülasyonlarında Üreme x Büyüme Özellikleri Etkileşimi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2), 98-108.

Çömez, A. (2010). Sündiken Dağlarında sarıçam (Pinus sylvestris L.) meşcerelerinde karbon birikiminin belirlenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çömez, A. (2011). Stand structure and dynamics of scots pine (Pinus sylvestris L.) forests in Türkiye. Journal of Environmental Biology, 32(5), 563-568.

Çömez, A., (2011). Determination of Carbon Sequestration in Scots Pine (Pinus Sylvestris L.) Stands on Sündiken Mountain. Istanbul University, Graduate School of Engineering and Sciences, unpublished PhD thesis. Istanbul.

Çömez (2012). Sündiken Dağlari'ndaki (Eskişehir) Sariçam (Pinus sylvestris l.) Meşcerelerinde Karbon Birikiminin Belirlenmesi. Enstitü Yayın Nu: 6. Orman Toprak ve Ekoloji Araştirmalari Enstitüsü Müdürlüğü. Eskişehir/Türkiye.

De Azevedo, P. V., Tomiazzi, H.V., Azevedo, G.T.O.S., Teodoro, L.P.R., Teodoro, P.E., De Souza, M.T.P., Batista, T.S., Eufrade-Junior, H.J., Guerra, S.P.S., (2020). "Artificial Neural Network Modeling of Stem Multi-Volumes of Eucalyptus Stems". Forests, 11(4), 425.

Deligöz, A., Bayar, E., Genç, M., & Karatepe, Y. (2021). Response of Pinus nigra subsp. pallasiana to precommercial thinning in a humid region under the Oro-mediterranean climatic conditions. Forestist, 72(2), 175-182.

Demir, M. (1992). Growth and yield models for Scots Pine (Pinus sylvestris L.) stands in Türkiye. Istanbul University Faculty of Forestry Journal, 42(2), 53-66.

Demir, M., Kaya, Z. (2014). Biomass and carbon storage in Turkish forests. Forest Ecology and Management, 337, 164-173.

Demirbaş, M., Aydın, R. (2020). 21. Yüzyılın En Büyük Tehdidi: Küresel İklim Değişikliği . Ecological Life Sciences , 15 (4) , 163-179.

Demircan, M., Gürkan, H., Eskioğlu, O., Arabacı, H. ve Coşkun, M. (2017). "Climate change projections for Turkey: three models and two scenarios". Turkish Journal of Water Science and Management, 1(1), 22-43.

Diamantopoulou, M.J. 2005. Artificial neural networks as an alternative tool in pine bark volume estimation. Comput. Electron. Agric. 48(3):235–244.

Diamantopoulou, M.J., and E. Milios. 2010. Modelling total volume of dominant pine trees in reforestations via multivariate analysis and artificial neural network models. Biosyst. Eng. 105(3):306 –315.

Dong, L., L. Zhang, and F. Lı. 2014. A compatible system of biomass equations for three conifer species in Northeast, China. For. Ecol. Manage. 329:306 –317.

Dos Santos, R. O., Soares, R.N., Pimentel, M.P.Q., Abreu, J.C., Lima, R., Silva, B., (2018). "Modeling Leaf Area of Ormosia paraensis Ducke by Statistical Models and Artificial Neural Networks". Chilean Journal of Agricultural Research, 78, 511-520.

Dönmez, Y., 1984 Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları İ.T.Ü. Yayın No: 2506, Coğrafya Enstitüsü Yayın No: 102

Durkaya, B., Durkaya, A. (2018). Orman Biokütlesinin Atmosfere Katkısı, Academic Platform - Journal of Engineering and Science, c. 6, sayı. 1, ss. 56-63, Oca. 2018.

Durkaya, B., Durkaya, A., Sayın, G. (2022). Genç Kızılçam Biyokütle Denklemleri; Kozağacı Orman İşletme Şefliği Örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi. 3, 609-617.

Dutca, I., Abrudan, I. V., Stancioiu, P. T., Blujdea, V. (2010). Biomass conversion and expansion factors for young Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) trees planted on non-forest lands in Eastern Carpathians. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38(3), 286-292.

Efe, B., Toros, H., Deniz, A. (2015) Türkiye geneli yağış ve sıcaklık verilerinde eğilimler ve salınımlar- Atmospheric Science Symposium.

Eğrioğlu, E., Aladag, C.H., Yolcu, U., Uslu, V.R. and Basaran, M.A., (2009). A new approach based on artificial neural networks for high order multivariate fuzzy time series.

Egawa, C., Tsuda, S. (2016). Seed dispersal mechanisms and their ecological implications for Fagus orientalis. Ecological Research, 31(4), 489-498. doi:10.1007/s11284-016-1367-2.

Ehbrecht, M., Schall, P., Ammer, C., & Seidel, D. (2021). Quantifying stand structural complexity and its relationship with forest management, tree species diversity and microclimate. Agricultural and Forest Meteorology, 287, 107936.

Enerji Politikaları Enstitüsü, 2021: Annual Energy Outlook. https://arastirma.bogazici.edu.tr/sites/arastirma.boun.edu.tr/files/enerji_politikalari_uygar_2021_faaliyet_raporu.docx

Ercanlı, İ., Şenyurt, M., Günlü, A. &Çakir, M., 2023. ÇAKÜ Araştırma Ormanı Karaçam Meşcereleri Tek ve Çift Girişli Toprak Üstü Ağaç Biyokütle Denklemlerinin Geliştirilmesi. Anadolu Orman Araştırma Dergisi.

Erkut, S., (2013). Giresun Orman Bölge Müdürlüğü Akkuş Orman İşletme Müdürlüğü saf kayın meşcerelerinin ekosistem bazında karbon depolama kapasitesi. Yüksek Lisans Tezi. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Ertaş, A., Çalışkan, A. (2022). Karaçam Ormanlarında Bakım Çalışmaları. Karaçam, Orhan Sevgi, Barış Tecimen, Taner Okan, Editör, Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara, ss.306-320.

FAO, 2010. Global Forest Resources Assessment 2010.

FAO, 2010. Carbon Finance Possibilities for Agriculture, Forestery and Other Land Use Prokects in a Smallholder Context. FAO Natural Resources Management and Environment Department Working Paper 34, 30pp, http://www.fao.org/docrep/012/i1632e/i1632e.pdf, Roma.

FAO, 2020: "Global Forest Resources Assessment 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations."

FAOSTAT. (2013). "Forest and Other Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF)." FAO, Roma. http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO

FAOSTAT. (2022). "Forest and Other Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) in Turkey." FAO, Rome. http://www.fao.org/faostat/en/#data/GF

Ferretti-Gallon, K., E. E. L. Meyer, ve S. D. Macedo. "Yapay Ormanlaşma ile Hükümet Yatırımlarının Azaltılmasının Brezilya'daki Ormancılık İşletmeciliği, İklim Değişikliği ve Su Döngüsü Üzerindeki Etkileri." Doğa İklim Değişikliği 4, no. 4 (2014): 393-398.

Fırat, F., Dendrometri, İÜ Orman Fakültesi Yayın No: 1800/193, İstanbul, (1973).

Flores, D., Jian, H., Pandey, K., & Biswas, A. (2012). Statistical analysis and modeling for biomass estimation. Journal of Applied Statistics, 39(5), 983-998.

Forrester, D.I., Tachauer, I.H.H., Annighoefer, P., Barbeito, I., Pretzsch, H., Ruiz-Peinado, R, Stark, H., Vacchiano, G., Zlatanov, T., Chakraborty, T., Saha, S., Sileshi, G.W.(2017). Generalized biomass and leaf area allometric equations for European tree species incorporating stand structure, tree age and climate. For. Ecol. Manag. 396, pp. 160-175.

GIEC (2014): İklim Değişikliği 2014: Fiziksel Bilimler Temelinde Bilimsel Raporlama. Dünya Meteoroloji Örgütü, Cenevre, İsviçre.

Gifford, R. M., (2000), Carbon contents of above-ground tissues forest and woodland trees, Australian Greenhouse Office, National Carbon Accountin Sysytem Thecnical Report, No: 22.

Grissino-Mayer, H.D. (2003). A manual and tutorial for the proper use of an Increment Borer. Tree-Ring Research. Laboratory of Tree-Ring Science, University of Tennessee, USA. Vol. 59(2) 2003, pp. 63-79.

Goodale, C. L., Apps, M. J., Birdsey, R. A, . Field, C. B., Heath, L.S., Houghton, R.A., Jenkins, J.C., Kohlmaier, G. H,. Kurz, W., Liu, S,. Nabuurs, G. J., Nilsson S. and Shvidenko, A. X. "Forest carbon sinks in the Northern Hemisphere", Ecol. Appl. Vol.12, no 3, pp. 891–899, 2002.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT press.

Gülcü S. ve Üçler, A.Ö., (2008). Genetic variation of Anatolian Black Pine (Pinus nigra Arnold. subsp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) in the lakes district of Türkiye. Silvae Genetica, 57, 1-5.

Gültekin, H. C., Öztürk, M., ve Çetin, M. (2019). Estimation of aboveground biomass and carbon stock in natural forest ecosystems of Giresun, Turkey using Tier 3 approach. Environmental Monitoring and Assessment, 191(11), 1-11.

Güner, Ş. T. ve Çömez, A. (2014). Karaçam (Pinus nigra Arn. subsp. pallasiana) Ağaçlandırma Alanlarında Karbon Stoklarının Belirlenmesi. Orman Genel Müdürlüğü. Proje Sonuç Raporu: ESK-10(6303), 46s, Eskişehir.

Güner, Ş.T. ve Güner, D. (2021). Changes in carbon stocks of soil and forest floor in black pine plantations in Turkey. J. For. Res. 32, 339–347.

Güney, D., Duygu, E., Erhan, S., & Bayram, Y. (2009). "Effects of Geoclimatic Features on Morphogenetic Variability in Fagus orientalis." Forest Science, 65(4), 599-613. doi:10.1093/forestscience/65.4.599

Günlü, A., & Ercanlı, İ. (2017). Evaluating some artificial neural networks and multiple linear regression model for predicting carbon of püre oriental beech stand in Göldağ forests. Internaional Symposium on New Horizons in Forestry. Isparta.

Hall, R.L. (2003). "Partitioning rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in an oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) forest during the growing season." Journal of Hydrology, 280, 1-12.

Hari, M., & Tyagi, B. (2022). Terrestrial carbon cycle: Tipping edge of climate change between the atmosphere and biosphere ecosystems. Environmental Science: Atmosphere, 2(5), 867–890.

Hazar Kalonya, D. (2022). "İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Süreçlerinde Mera Alanlarının Önemi", Çevre, Şehir ve İklim Dergisi. Yıl: 1. Sayı: 1. ss. 128-157

Haykin, S.S. 2009. Neural networks and learning machines, 3rd ed. Pearson Education, Upper Saddle River, NJ. 936 p.

He, H. S., Mladenoff, D. J., & Sickley, T. A. (2004). "Modeling biomass and carbon accumulation dynamics in a mature mixed-species coniferous forest in the Sierra Nevada, California." Forest Ecology and Management.

Henry, M., Picard, N., Trotta, C., Manlay, R.J., Valentini, R., Bernoux, M., Saint-André, L. (2013). Estimating tree biomass of sub-Saharan African forests: a review of available allometric equations. Silva Fennica, 47(5), 1060.

Houghton, R. A., Goodale, C. L., & Apps, M. J. (2012). Carbon flux to the atmosphere from land-use changes: 1850-1990. In Carbon Sequestration and Its Role in the Global Carbon Cycle (pp. 123-144). American Geophysical Union.

Houghton, R. A., & Goodale, C. L., & Apps, M. J. (2012). Carbon emissions from land use and land-cover change. Biogeosciences, 9(12), 5125-5142. DOI: 10.5194/bg-9-5125-2012

Houghton, R. A., & Nassikas, A. A. (2017). "Global and regional fluxes of carbon from land use and land cover change 1850-2015." Global Biogeochemical Cycles, 31(3), 456-472.

IEA (2020). Implementing Effective Emissions Trading Systems: Lessons from international experiences, https://iea.blob.core.windows.net/assets/2551e81a-a401-43a4-bebd-a52e5a8fc853/Implementing_Effective_Emissions_Trading_Systems.pdf

IEA, 2020: Energy Technology Perspectives 2020. International Energy Agency.

IMF, (2022). Portugal Selected Issues, Country Report, 22/204, 1-44.

IPCC, Climate Change 1995 The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I. Cambridge University Press, New York, 1996. Mediterranean Experts on Climate and Environmental Change., (2019). Risks Associated to Climate and Environmental Changes in the Mediterranean Region. A Preliminary Assessment by the MedECC Network Science -Policy Interface-2019.

IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. In Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K., Wagner, F. (eds.). IPCC National Greenhouse Gas Inventories Program.

IPCC, (2006), IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, In: IGES, Japan (Eds.: H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe), http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC (2019): İklim Değişikliği 2019: Toplumsal Durum Raporu. İklim Değişikliği Bilimine Katkıda Bulunan Gönüllüler (IPCC) tarafından.

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC, 2023. AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023, https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/

Kahriman, A. & Yavuz, H. (2012). Karadeniz Bölgesi Sarıçam (Pinus sylvestris L.) – Doğu Kayını (Fagus orientalis Lipsky) Karışık Mesçerelerine İlişkin Sıklığa Bağlı Hasılat Tablolarının Düzenlenmesi. Kastamonu Üniversitesi Journal of Forestry Faculty, 12 (1), 36-54

Kahyaoğlu, N., Güvendi, E ve Kara, Ö. 2019. Saf Doğu Kayını Meşcerelerinde Topraküstü Biyokütle Miktarlarının Belirlenmesi (Sinop-Türkeli Örneği). Anadolu Araştırma Dergisi.

Kahyaoğlu, N., Kara, Ö. ve Güvendi, E. 2020. Effects Of Elevatıon On The Aboveground Bıomass And Carbon Stock In The Orıental Beech (*Fagus orientalis Lipsky*) Forests Of The Sınop Regıon, Turkey

Kalıpsız, A., Dendrometri, İÜ Orman Fakültesi Yayın No: 3194/354, İstanbul, (1984). Pp: 359.

Karsenty, A. (2020). "Between legality and legitimacy: Afforestation and reforestation under the Clean Development Mechanism in Brazil and Ecuador." Ecological Economics, 174, 106670.+

Kanja, K., Karahalil, U. and Çil, B. (2019). Modeling stand parameters for Pinus brutia (Ten.) using airborne LiDAR data: a case study in Bergama. Journal of Applied Remote Sensing 14(2).

Karabürk, T. (2011). Bartın ili Göknar Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. B.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Bartın.

Karadağ, M. (2022). Karaçamda Doğal Gençleştirme. Türkiye Ormancılar Derneği. Türkiye Ormancılar Derneği.

Karagöz, S., Akbulut, T. (2016). Allometric biomass equations for oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) in Turkey. Turkish Journal of Forestry, 17(2), 123-133.

Kavgacı, A., Sevgi, O., Tecimen, H. B., Yalçın, O. Y., Carus, S., Dündar, T. (2013). Classification and Ordination of Pinus nigra Dominated Forest at Alaçam Mountains (NW Anatolia-Turkey). Eurasian Journal of Forest Science, 1, 35-50.

Keeling, 2021: The Keeling Curve, Mauna Loa CO_2 Record. Scripps Institution of Oceanography.

Kriesel, D. 2007. A brief introduction to neural networks. Available online at http://www.dkriesel.com/_media/science/neuronalenetze-en-zeta2-2col-dkrieselcom.pdf; last accessed Dec. 24, 2016.

Köse, N., Güner, H. T. (2012). The effect of temperature and precipitation on the intra-annual radial growth of Fagus orientalis Lipsky in Artvin, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 184(8), 501-509. DOI: 10.1007/s10661-011-2261-0.

Kurz, W. A., et al. (2009). CBM-CFS3: A model of carbon-dynamics in forestry and land-use change implementing IPCC standards. Ecological Modelling, 220(4), 480-504. doi:10.1016/j.ecolmodel.2008.10.018

Laar, A., Akça, A., Forest measurement, Springer, The Nederland, (2007). Pp: 383.

Lacasia-Idoate, B., Stillhard, J., Potier, J., Brang, P., Zimmermann, S., Bigler, C., Bugmann, H., Hobi, M.L. (2024). Long-term biomass dynamics of temperate forests in Europe after cessetion of management. Forest Ecology and Management. 554, 121697.

Laiho, R. & Laine, J., (1997). Tree stand biomass and carbon content in an age sequence of drained pine mires in southern Finland, Forest Ecology and Management, 93, 161-169.

Lal, R. (2008). Carbon sequestration. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences.

Lal, R. (2008). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science, 304(5677), 1623-1627.

Larocque, G. R., Bhatti, J. S., Boutin, R., & Chertov, O. (2005). Modeling tree biomass and carbon dynamics from repeated inventory data. Forest Ecology and Management, 212(1-3), 75-91. doi:10.1016/j.foreco.2005.02.019.

Leal, R., P. Butler, P. Lane, and P. Payne. 1997. Data fusion and artificial neural networks for biomass estimation. IEE Proc. Sci. Measure. Technol. 144(2):69 –72.

Lei, X. Applications of machine learning algorithms in forest growth and yield prediction. J. Beijing For. Univ. 2019, 41, 23–36.

Lewis, S.L., Sonke, B., Sunderland, T., Begne, S.K., Lopez-Gonzalez, G., Van Der Heijden, G.M.F., Phillips, O.L., Affum-Baffoe, K., Baker, T.R., Banin, L., et. al. (2013). Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Science, 368.

Lin, A., Zhıjıe, J. (2020). Can Carbon Tax Complement Emission Trading Scheme? The impact of Carbon tax on Economy, Energy and Environment in China, Climate Change Economics, 11(3),1-29.

Lim, H., Lee, K., Park, I.H. (2013). Biomass epansion factors and allometric equations in an age sequence for Japannese cedar (Cryptomeria japonica) in southern Korea. Journal of Forest Research, 18, 316-322.

Liu, Q., Li, F., Dong, L. (2014). Individual Tree Growth Model of Larch Plantation based on Crown Competition Factors. Bull. Bot. Res. 2014, 34, 547–553.

Luthi, D., M. Le Floch, B. Bereiter, T. Blunier, J.-M. Barnola, U. Siegenthaler, D. Raynaud, J. Jouzel, H. Fischer, K. Kawamura, and T.F. Stocker. (2008, May 15). High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 years before present. Nature, 453, 379-382.

Ma, W., Lei, X., Xu, G., Yang, Y., Wang, Q. Growth models for natural Quercus mongolicaforests—I. Diameter growth model. J. Northwest A F Univ. Nat. Sci. Ed. 2015, 43, 83–90.

Makineci, E., Yılmaz, E., Kumbaşlı, M., Yılmaz, H., Çalışkan, S., Sevgi, O., Keten, A., Zengin H., Beşkardeş, V. & Özdemir, E., (2011). Kuzey Trakya koruya tahvil meşe ekosistemlerinde sağlık durumu, biyokütle, karbon depolama ve faunistik özelliklerin belirlenmesi, TUBİTAK-TOVAG Projesi (Proje No: 107O750), İstanbul.

Menendez-Miguelze, M., Canga, E., Barrio-Anta, M.i Majada, J., Alvarez-Alvarez, P. (2013). Athree level system for estimating the biomass of *Castanea sativa* Mill. Coppice stands in north-west Spain. Forest Ecology and Manangement 291,417-426.

Mbohou, M.B., (2023). Modelıng Bıomass And Carbon Storage For Anatolıan Black Pıne (pinus nigra arnold subsp. Pallasiana (lamb.) Holmboe) – Turkısh Red Pıne (pinus brutia ten.) Mıxed Forests In Türkiye Usıng Artıfıcıal Neural Networks.

McMahon, S. M., ve Parker, G. G. (2015). A general model of forest structure and dynamics based on competing plant interactions. Nature, 524(7564), 299-303. doi:10.1038/nature14626.

MGM, 2023. (2023,Ekim 13), İklim: https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim.aspx?key=B

MGM, 2023. (2024, Mayıs 17), MGM 2023 Yılı İklim Değerlendirmesi: https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/yillikiklim/2023-iklim-raporu.pdf

Mısır, N., Mısır, M. ve Ülker, C., (2011). Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 300-305, Kahramanmaraş.

Mısır, N., Mısır, M. ve Bulut, A., (2011). Karbon Depolama Kapasitesinin Landsat Etm+ Uydu Görüntüsüyle Belirlenmesi, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu. 532-538, Kahramanmaraş.

Mısır N. ve Mısır M. (2012). Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi. K.S.Ü., Doğa Bilimleri Dergisi. ss.300-305.

Mısır, M., Mısır, N. & Erkut S., (2012). Estimations of total ecosystem biomass and carbon storage for fir (Abies nordmanniana S. subsp. bornmülleriana (Mattf.)) forests (western black sea region), 14th IUFRO Fir Symposium, Kastamonu.

Mısır, M., Mısır, N., Ülker, C. & Erkut, S., (2013). Saf kayın meşcerelerinin karbon depolama miktarının belirlenmesi (Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Örneği), Bilimsel Arastırma Projesi, Trabzon.

Mısır, M. (2013). Changes in forest biomass carbon stock in northern Türkiye between 1973 and 2006. Environmental Monitoring and Assessment 185 (10) 8343-8354.

Mısır N., Mısır M., Erkut S. (2015). The above-ground biomass, carbon sequestration and the effects of climate change for beech (Fagus orientalis Lipsky.) forests in Ordu-Akkuş region. 10th International Beech Symposium. Kastamonu, Türkiye.

Mısır, M., ve diğerleri. (2017). Orman Ekosistemlerinde Biyokütle ve Karbon Stoklarının Belirlenmesinde Yöntemler. Ormancılık Araştırma Dergisi, 17(2), 153-162.

Mısır, N., Mısır, N., Vlachaki, D., Galatsidas, S. & Karanikola, P., (2018). Orman Amenajman Uygulamalarının İklim Değişikliği Üzerinde Etkilerinin Değerlendirilmesine Yönelik Ortak Rehber Geliştirme Projesi. Ormanlarda Karbon Birikimini Arttırmaya Yönelik Ortak Amenajman Rehberi. Avrupa Birliği Projesi, (TR2013/0327.05.01-02/124).

Mısır, N., Mısır, M., & Çakır, C., (2018). Best Practices and Policies Regarding Forestry in Response to Climate Change. 2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies. (ISAS 2018-Winter) (pp.267-272). Samsun, Türkiye.

Mısır, M., Mısır, N., Yavuz, H., Karahalil, U., Kara, Ö. & Korkanç, Y. S., (2023). Saf ve Karışık Karaçam (Pinus Nigra Arnold. Subsp. Pallasiana (Lamb.)) Doğal Meşcereleri için Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi. TÜBİTAK Projesi, (118O311).

Michael (2008). CHNS Elemental Analysers. Analytical Methods Committe. AMC Technical Briels. TB v4, AMCTB No 29. The Royal Society of Chemistry. ISSN 1757- 5958.

Müller, M., Lopez, P.A., Papageorgiou, A.C., Tsiripidis, I., Gailing, O. (2019). Indications of Genetic Admixture in the Transition Zone between Fagus sylvatica L. and Fagus sylvatica ssp. orientalis Greut. & Burd. Diversity, 11(6), 90. https://doi.org/10.3390/d11060090.

NASA, 2011. The Carbon Cycle, https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle.

NASA, 2020. Milankovitch (Orbital) Cycles and Their Role in Earth's Climate, https://climate.nasa.gov/news/2948/milankovitch-orbital-cycles-and-their-role-in-earths-climate/.

NIR Türkiye (2021). Turkish Greenhouse Gas Inventory 1990-2019. National Inventory Report for submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. TÜİK.

NSIDC, 2020: National Snow and Ice Data Center, Arctic Sea Ice News & Analysis.

NOAA, 2019. Carbon cycle, https://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/carbon-cycle.

NOAA, 2022: National Centers for Environmental Information, Billion-Dollar Weather and Climate Disasters

NOAA, 2023. Greenhouse gases continued to increase rapidly in 2022, https://www.noaa.gov/news-release/greenhouse-gases-continued-to-increase-rapidly-in-2022

NOAA,2023 Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide https://www.climate.gov/neews-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide#:~:text=Based%20on%20the%20annual%20report,setting%20a%20new%20record%20high

Nunes, R. M., & Gorgens, E. B. (2016). "Evaluation of Artificial Neural Network Performance for Predicting Stem Diameter of Tropical Forest Trees". Forest Ecology and Management, 380, 29-36.

OGM., 2015. 2015 Yılı Faaliyet Raporu. https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-sitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2015%20T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf

OGM., 2017. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar. Tebliğ No 299. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Türkiye. s227.

OGM, 2020. Türkiye Orman Varlığı 2020. https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-sitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020%20T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf

OGM, 2023. 2023 Yılı Faaliyet Raporu. https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/FaaliyetRaporu/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCrl%C3%BC%C4%9F%C3%BC%202023%20Y%C4%B1l%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf

Oğuzoğlu, Ş. and Özkan, K. (2015). Productivity distribution modelling of Anatolian Black Pine (Pinus nigra subsp. pallasiana var. pallasiana) in the Türkmen Mountain, Eskişehir. Research article. Biological Diversity and Conservation. 134-140. Türkiye.

Özbayram, A.K, Kulaç, Ş. 2019. Bir Doğu Kayını Meşceresinde Farklı Sosyal Sınıftaki Ağaçlarda Günlük Ekofizyolojik Tepkiler

Özçelik, R., Diamantopoulou, M. J., Brooks, J.R., Wiant Jr.,H.V., (2010), Estimating tree bole volume using artificial neural network models for four species in Turkey.

Özçelik, R., M.J. Dıamantopoulou, F. Crecente-campo, and U. Eler. 2013. Estimating Crimean juniper tree height using nonlinear regression and artificial neural network models. For. Ecol. Manage. 306:52– 60.

Özçelik, R., Diamantopoulou, M. J., Eker, M. and Gürlevik., N. (2017). Artificial Neural Network Models: An Alternative Approach for Reliable Aboveground Pine Tree Biomass Prediction

Özdemir, E., & Makineci, E. (2019). Kuzey Trakya'daki meşe (Quercus) ormanlarında biyokütle bileşenlerinin nem oranları. Orman Fakültesi Dergisi.

Özhan, (1977). Studies on some ecological requirements of Oriental beech (Fagus orientalis Lipsky) in Türkiye. Istanbul University Faculty of Forestry Journal, 27(1), 23.

Özkan, O., C. Kınacı and Ş. Sağıroğlu, 2008. Çözünmüş Oksijen Değişiminin Yapay Sinir Ağları İle Belirlenmesi: Kızılırmak Nehri Örneği, *İTÜ Dergisi/d mühendislik*. Cilt: 5, Sayı: 3, Kısım: 1, 30-38, Haziran 2008.

Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiyeye Olası Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22 (1)

Öztürk, G. (2022). Saf Karaçam ve Karaçam-Kızılçam Karışık Meşcerelerinde Ekosistem Bazında Karbon Depolama Miktarının Belirlenmesi: Gediz Orman İşletme Müdürlüğü Örneği. K. T. Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Trabzon.

Parresol, B.R. 1999. Assessing tree and stand biomass: A review with examples and critical comparisons. For. Sci. 45(4):573–593.

Parry, I, Simon, B. & Karlygash, Z. (2022). Carbon Taxes or Emissions Trading Systems?Instrument Choice and Design, IMF Staff Climate Note 2022/006.

Patterson, D. 1996. Artificial neural networks. Prentice Hall, Singapore.400 p

Peng, C., et al. (2002). Modeling carbon storage dynamics of boreal forest ecosystems using the process-based model of TRIPLEX1.0. Ecological Modelling, 154(1-2), 177-200. doi:10.1016/S0304-3800(02)00059-6.

Philip, M.S., Measuring Trees And Forests, 2nd edition, CAB International, Walllingford, (1994). Pp: 310.

Peichl, M. ve Arain, M.A., 2007. Allometry and Partitioning of Above- and Belowground Tree Biomass in an Age-Sequence of White Pine Forests, Forest Ecology and Management, 253, 68-80.

Pirzioğlu, A., (2019), Sıklık Çağındaki Karaçam (p. nigra) Meşcerelerinde Toprak Üstü Karbon Miktarının Araştırılması.

Rıofrío, J., C. Herrero, J. Grıjalva, and F. Bravo. 2015. Aboveground tree additive biomass models in Ecuadorian highland agroforestry systems. Biomass Bioenergy 80:252–259.

Ritchie, M.W., Zang, J., Hamilton, T.A. (2013). Abovground tree biomass for Pinu Ponderosa in Northeastern California. Forest, 4, 179-196.

Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. Nature, 323(6088), 533-536.

Sakıcı, O. E., & Ozdemır, G. (2018). Stem taper estimations with artificial neural networks for mixed Oriental beech and Kazdaği fir stands in Karabük region, Turkey. CERNE, 24(4), 439-451.

Sakıcı, O.E., Akyıldız, M.H., Sağlam, F., Seki, M. ve Kırkçeşmeli, Ç. (2016). Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Saf Karaçam (Pinus nigra J.F. Arnold) Meşcereleri için

Topraküstü Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi, Uyumlu 349 Hacim ve Biyokütle Denklemlerinin Geliştirilmesi ve Hacim Yoğunluk Değeri-Biyokütle İlişkilerinin Araştırılması. TÜBİTAK Proje No 214O217. Kastamonu, Türkiye.

Saraçoğlu, N. (1998). Kayın (Fagus orientalis Lipsky) biyokütle tabloları. Orman Fakültesi Dergisi, İstanbul Üniversitesi.

Sarıkaya, O., Avcı, M., 2011. Bark Beetle Fauna (Coleoptera: Scolytinae) of the Coniferous Forests in The Mediterranean Region of Western Turkey, with a New Record for Turkish Fauna. Turkish Journal of Zoology, 35(1): 33-47.

Sattari, M.T., A.F. Fard, M. Docherkhesaz and F. Öztürk, 2007. Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Savalan Sulama Rezervuarının Simülasyonu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2007 13(4) 337-345.

Schelhaas M.J., Nabuurs G.J. (2001). Spatial distribution of regional whole tree carbon stocks and fluxes of forests in Europe. Wageningen, Alterra, Green World Research, Alterra-rapport 300, pp. 44

Schikowski, A., Corte, A.P.D., Ruza, M.S., Sanquetta, C., Montano, R.A.N.R., (2018). "Modeling Stem Shape and Volume of Acacia negra Using Machine Learning Techniques". Forest Ecology and Management, 412, 78-87.

Schlesinger, W.H., & Andrews, J.A. (2000). Soil respiration and the global carbon cycle. Biogeochemistry.

Scurlock, J. M. O., ve Hall, D. O. (1998). The global carbon sink: a grassland perspective. Global Change Biology, 4(2), 229-233

Seki, M. (2023). Predicting stem taper using artificial neural network and regression models for Scots pine (Pinus sylvestris L.) in northwestern Türkiye, Scandinavian Journal of Forest Research, 38:1-2, 97-104.

Sevgi, O., Makineci, E., Karaoz, O. (2011). The Forest Floor and Mineral Soil Carbon Pools of Six Different Forest Tree Species. Ekoloji, 20(81): 8-14.

Sevik, H., Belkayalı N., Çetin, M. (2015). Kastamonu ve Ilgaz Dağı Milli Parkları'nda ormanların CO_2 miktarları üzerindeki etkileri. Polish Journal of Environmental Studies.

Siavash, K., Asghar, F., Shaban, S., Pete, B., Rassoul, Y. (2019). Growth and yield models for uneven-aged forest stands managed under a selection system in northern Iran. Eurasian J. For. Sci. 7, 321–333.

Skövsgaard, J.P., Larsen, T.N., (2012), Biomass, basic density and biomass expansion factor functions for European beech (Fagus slyvatica L.) in Denmark. European Journal of forest Research. pp 1035-1053.

Smith, P., Davis, S. J., Creutzig, F., Fuss, S., Minx, J., Gabrielle, B., ... & Viovy, N. (2014). "Biophysical and economic limits to negative CO2 emissions." Nature Climate Change, 6(1), 42-50.

Steininger M K (2000) Satellite estimation of tropical secondary forest above-ground biomass: Data from Brazil and Bolivia, Int. J. Remote Sensing, Vol. 21, No. 6 & 7, pp.1139–1157.

Sun, O., Uğurlu, S. ve Özer, E. (1980). Kızılçam (P. brutia Ten.) türüne ait biyolojik kütlenin saptanması. Ormancılık araştırma enstitüsü yayınları teknik bülten serisi no. 104. Ankara.

Şen, Z. (2022). "İklim Değişikliği ve Türkiye", Çevre, Şehir ve İklim Dergisi. Yıl: 1. Sayı: 1. ss. 1-19.

Şen, Z., 2004. Yapay Sinir Ağları İlkeleri, Su vakfı yayınları ISBN:975-6455-13-6.

Şenel, T., Kanmaz, O., Bektas Balcik, F., Avcı, M., Dalfes, H.N. (2023). Assessing Phenological Shifts of Deciduous Forests in Turkey under Climate Change: An Assessment for Fagus orientalis with Daily MODIS Data for 19 Years. Forests, 14(2), 413. https://doi.org/10.3390/f14020413.

Tang, J.W., Cao, M., Zhang, J.H. & Li, M.H., (2012). Litterfall production, decomposition and nutrient use efficiency varies with tropical forest types in Xishuangbanna, SW China: a 10-year study, Plant Soil, 335, 271- 288.

Tavankar, F., Picchio, R., Nikooy, M., Jourgholami, M., Naghdi, R., Latterini, F., & Venanzi, R. (2021). Soil Natural Recovery Process and Fagus orientalis Lipsky Seedling Growth after Timber Extraction by Wheeled Skidder. Land, MDPI.

TBMM İklim Raporu (2021). https://www5.tbmm.gov.tr/sirasayi/donem27/yil01/ ss300.pdf erişim tarihi: 15.06.2023.

Teobaldelli, M., Somogyi, Z., Miglivacca, M., Usoltsev, V.A., (2009). Generalized function of biomass expansion factors for conifers and broadleaved by standa ge, growing stock and site index. Forest Ecology and Management. 1004-1013.

The World Bank (2022). State and Trends of Carbon Pricing 2022, Washington.

TOD, 2022. Türkiye Ormancılığı 2022: Türkiye'de Ormansızlaşma ve Orman Bozulması. Türkiye Ormancılar Derneği Yayını. 200 sayfa. Ankara.

Tolunay, D., Çömez, A. (2008). Türkiye Ormanlarında Toprak Ve Ölü Örtüde Depolanmış Organik Karbon Miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, Hatay.

Tolunay, D. (2009). Carbon concentrations of tree components, forest floor and understory in young Pinus sylvestris stands in north-western Turkey. Scand. J. For. Res. 24, 9p.

Tolunay, D., (2009). Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. Turkish Journal of Agriculturel Forestry 35, 265-279. TÜBİTAK.

Tolunay, D., (2011). Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35:265-279.

Tolunay, D., (2012). Biomass Factors and Equations for Young Scots Pine Stands in Bolu-Aladağ. Journal of the Faculty of Forestry, İstanbul.

Tolunay, D., (2012). Türkiye'de Ağaç Servetinden Bitkisel Kütle Ve Karbon Miktarlarının Hesaplamasında Kullanılabilecek Katsayılar. Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu. Bildiriler Kitabı s. 240-251 Ankara, 2013.

Tolunay, D. (2013). Türkiye'de ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılabilecek katsayılar. Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu.

Tolunay, D. (2013). Orman Biyokütle ve Karbon Stoklarının Belirlenmesinde Kullanılan Farklı Yöntemlerin Karşılaştırılması. Orman Araştırmaları Dergisi, 1(2), 89-96.

Tolunay, D. (2013). Ormanlar ve iklim değişikliği. İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü.

Tolunay, D. (2019). Biomass factors used to calculate carbon storage of Turkish forests. Forestist 69(2):145-155.

Trotta, C., Picard, N., Henry, M., Valentin, R., & Bernoux, M. (2013). Fantallometrik: allometric equations to evaluate the biomass and carbon stock in sub-Saharan African forests. In R. Valentini, R. Simbula, S. Castaldi, & A. Nannipieri (Eds.), Book of Proceedings of the Conference of African Sub-Saharan Biomass Allometry (pp. 25-32).

Tuan, C., Dinh, T.T., Shen, H., (2019). "Predictive Modeling of the Relationship between Height and Diameter of Pinus koraiensis Trees using Artificial Neural Networks and Non-Linear Regression". Forests, 10(12), 1095.

Tüfekçioğlu, A., et al. (2010). Biomass equations for Scots pine (Pinus sylvestris L.) trees in Türkiye. European Journal of Forest Research, 129(6), 1127-1137.

Türkeş, M. (2001). Türkiye'de Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1: 187-205, Ankara.

Türkeş, M. (2012). Türkiye'de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme . Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi , 4 (2) , 1-32

UNFCCC, 2015: The Paris Agreement. United Nations Framework Convention on Climate Change.

URL-3, (2023, Ekim 13). Paris Anlaşması: https://iklim.gov.tr/paris-anlasmasi-i-34

URL-4, (2023, Ekim 17). Paris Anlaşması: https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa

URL-5, (2024, Mayıs 19). ÇŞİDB, Ulusal Katkı Beyanı 2023: https://www.iklim.gov.tr/db/turkce/haberler/files/T%C3%BCrkiye%20Cumhuriyeti

%20G%C3%BCncellenmi%C5%9F%20Birinci%20Ulusal%20Katk%C4%B1%20Beyan%C4%B1(1).pdf

URL-6, (2023, Kasım 28). LULUCF: https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/land-use--land-use-change-and-forestry-lulucf

URL-7, (2024, Mayıs 17). ÇŞİDB, Yutak Alanlar ve Karbon Tutumları: https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/yutak-alanlar-ve-karbon-tutumlari-i-85723

Ülker, C. (2010). Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam (Pinus sylvestris L.) Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi (Kunduz örneği). K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Trabzon.

Ülküdür, M., (2010). Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Sedir Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Bartın.

Ünsal, A., (2007). Adana Orman Bölge Müdürlüğü Kızılçam Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Ens., Zonguldak.

Vacek, Z., Vacek, S., Eşen, D., Yıldız, O., Král, J., ve Gallo, J., 2020. Effect of Invasive Rhododendron ponticum L. on Natural Regeneration and Structure of Fagus orientalis Lipsky Forests in the Black Sea Region.

Varol, Ö. (2018). Ormanlarda Biyokütle ve Karbon Stoklarının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Türk Ormancılık Dergisi, 19(1), 21-29.

Vanclay, J.K. (1994). Modelling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests. CAB International.

VanderWulp S. (2023). COSTECH Elemental Combustion System CHNS-O (ECS 4010). Protocols. Kellogg Biological Station (KBS LTER). Michigan State University. U.S.

Wallach, D., & Aboulazm, M. "Orman Alanlarının Dünya Yüzeyindeki Değişimi ve İklim Değişikliği İlişkisi: Sürdürülebilir Ormancılık ve Arazi Kullanımı İçin Stratejik Yaklaşımlar." Doğal Kaynaklar 2022. doi: 10.1002 / rtar.1983

Wang, D., Li, J., Tang, T. Determining the Optimal Density of Phoebe bournei Plantations Based on Dynamic Programming under Close-to-Nature Management Measures. Sustainability 2022, 14, 847.

Wang, G., Xie, B., Lv, Y., Yin, J., Zhou, Y., Xu, L., & Shi, Y. (2023). Interaction Effect of Stand Age and Diversity on Aboveground Wood Carbon Accumulation in Subtropical Mixed Forests of the Zhejiang Province (China). Forests, 14(2), 262.

Watson, R.T., Climate Change 2001, Presented at The Resumed Sixth Conference of Parties to The United Nations Frame Work Convention on Climate Change July, 19, 2001, Bonn, 2001).

Watson, R. T., J. G. Canadell, ve I. G. McInnes. (2019). "Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Orman İşletmeciliği: İklim Değişikliği 2019." 7 Eylül 2019 tarihinde

alınan bilgiler: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/12/SRCCL-Full-Report-Compiled-191209-1.p

Weiskittel, A.R., D.W. Macfarlane, P.J. Radtke, D.L. Affleck, H. Temesgen, C.W. woodall, J.A. Westfall, and J.W. Coulston. 2015. A call to improve methods for estimating tree biomass for regional and national assessments. J. For. 113(4):414–424.

WMO, 2021: State of the Global Climate 2021. World Meteorological Organization.

WMO, 2022. United in Science 2022, https://storymaps.arcgis.com/stories/f43984f1a83a4c67b714b10b82aa14ad

WMO, 2023. State of the Global Climate in 2022 https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate

Xia, C.W., Ceulemans, R. (2004). Allometric relationships for below and aboveground biomass of young Scots pines. 203, 177-186.

Xiaodong L., Myong J. Y., Yowhan S., Pil S. P., Kyeong H. L., Yeong M. S., Rae H. K., Mi J. J., (2010), Biomass and Carbon Storage in an Age-Sequence of Korean Pine (Pinus koraiensis) Plantation Forests in Central Korea.

Xu, W., Qiao, Y. Statistical Model of Logistic Equations and Individual Tree Growth Fitting of Pinus koraiensis. J. Northeast. For. Univ. 2015, 43, 68–71.

Yasen, K., ve W. Koedsın. 2015. Estimating aboveground biomass of rubber tree using remote sensing in Phuket Province, Thailand. J. Med. Bioeng. 4(6):451– 456.

Yavuz, H.,Mısır N., Mısır, M., Tüfekçioğlu, A., Karahalil, U. ve Küçük, M., (2010) Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus Slyvestris L.*)Meşcereleri İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depoalama Miktarlarının Belirlenmesi.

Yen, T.M., Lee, J.S., 2011. Comparing Aboveground Carbon Sequestration Between Moso bamboo (Phyllostachys heterocycla) and China fir (Cunninghamia lanceolata) Forests Based on the Allometric Model.

Yener, I., & Altun, L. (2018). Predicting Site Index for Oriental spruce (Picea orientalis L. (link)) using ecological factors in the Eastern Black Sea, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 27(5).

Yılmaz, B.A., (2018). Ormanların Karbon Depolama Miktarının Ekonomik Analizi (Örümcek İşletme Şefliği Örneği).

Yolasığmaz, H. A., Çavdar, B., Demirci, U., & Aydın, İ. Z. (2016). İki farklı yönteme göre karbon birikiminin tahmin edilmesi: Artvin Orman İşletme Şefliği örneği. Turkish Journal of Forestry | Türkiye Ormancılık Dergisi, 17(1).

Young, H.E., 1971. Forest Biomass Studies. Life Soi. and Agr. Erp. Sta. Misc. Publ. 132:205 pp.

Yurtseven, İ.,Serengil, Y. and Özhan, S., 2013. Meşe Kayın Karışık Meşceresinde Yapay Sinir Ağları Kullanılarak İntersepsiyonun Tahmin Edilmesi.

Yücesan, Z. (2024, Mayıs 19). Meşcere Gelişim Çağları – Silvikültür Mesleki Bilgiler. From https://ormanmuhendisleri.net/forum/silvikultur/mescere-gelisim-caglari.

Zhou, X., et al. (2010). Modeling the carbon dynamics of forest ecosystems in China. Global Change Biology, 16(7), 2076-2094. doi:10.1111/j.1365-2486.2009.02113.x.

Zhu, B., Wang, X., Fang, J., Piao, S., Shen, H., Zhao, S. ve Peng, C., 2010. Altitudinal changes in carbon storage of temperate forests on Mt Changbai, Northeast China,JPR Symposium, 123, 439-452

Zianis, D., P. Muukkonen, R. M., Akıp, A.A. and M. Mencuccını. 2005. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. Silva Fenn. Monogr. 4. Finnish Society of Forest Science, Finnish Forest Research Institute, Helsinki, Finland. 63 p.

7. EKLER

Ek 1.

Örnek Alan No	Ağaç Türü	Ağaç Çapı (cm)	Model-1 Çk+Kn Biyokütle	Model-1 Çk+Kn Karbon	Model-2 Çk/Kn Biyokütle	Model-2 Çk/Kn Karbon
1001	Kn	14,1	88,9	34,2	92,2	38,9
1002	Kn	14,5	93,2	35,4	100,4	42,6
1003	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
1004	Çk	64,6	2.091,2	1.082,1	2.664,5	1.258,9
1005	Çk	46,5	1.152,7	518,9	1.008,3	457,9
1006	Kn	18,2	132,3	71,5	193,1	89,2
1007	Kn	16,7	110,3	50,3	153,0	74,2
1008	Kn	30,7	505,1	248,6	640,3	268,8
1009	Kn	26,8	432,1	163,1	455,3	280,2
1010	Kn	21,7	211,6	109,0	280,5	132,0
1011	Kn	26,4	410,1	160,4	446,2	269,0
1012	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
1013	Çk	66,0	2.083,1	1.359,6	3.375,3	1.259,0
1014	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
1015	Kn	1,5	14,0	6,8	3,2	1,9
1016	Kn	1,7	13,6	6,9	3,2	2,0
1017	Kn	6,0	11,3	9,1	11,5	3,4
1018	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
1019	Kn	1,9	13,2	7,0	3,2	2,0
1020	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
1021	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
1022	Kn	1,8	13,4	6,9	3,2	2,0
1023	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
1024	Kn	1,9	13,2	7,0	3,2	2,0
1025	Kn	1,9	13,2	7,0	3,2	2,0
1026	Kn	0,5	17,0	6,5	3,1	1,9
1027	Kn	3,9	11,5	8,1	4,6	2,1
1028	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
1029	Kn	19,7	170,3	90,4	232,8	102,6
1030	Kn	6,4	11,4	9,4	13,4	3,9
1031	Kn	6,4	11,4	9,4	13,4	3,9
1032	Kn	3,4	11,7	7,8	4,0	2,1
1033	Kn	12,7	65,5	31,0	67,5	32,0
1034	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
1035	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3

1036	Kn	11,5	39,9	27,1	51,2	28,0
1037	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
1038	Kn	3,5	11,6	7,9	4,1	2,1
1039	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
1040	Kn	1,7	13,6	6,9	3,2	2,0
1041	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
1042	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
1043	Kn	1,4	14,2	6,8	3,2	1,9
1044	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
1045	Kn	1,2	14,7	6,7	3,2	1,9
1046	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
1047	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
1048	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
1049	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
1050	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
1051	Kn	1,0	15,3	6,6	3,1	1,9
1052	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
1053	Kn	1,5	14,0	6,8	3,2	1,9
1054	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
1055	Kn	0,5	17,0	6,5	3,1	1,9
1056	Kn	2,7	12,2	7,4	3,5	2,0
1057	Kn	7,3	11,8	10,3	18,2	5,4
1058	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0
1059	Kn	1,9	13,2	7,0	3,2	2,0
1060	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
1061	Kn	14,3	91,1	34,8	96,2	40,6
1062	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
1063	Kn	6,3	11,4	9,3	12,9	3,7
1064	Kn	6,3	11,4	9,3	12,9	3,7
1065	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
1066	Kn	15,4	100,4	39,2	120,5	54,5
1067	Kn	0,7	16,3	6,5	3,1	1,9
1068	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
1069	Çk	78,0	2.079,8	1.678,1	3.681,8	1.259,0
2001	Çk	59,8	2.408,0	919,3	1.951,0	1.097,4
2002	Çk	44,5	1.205,6	581,9	936,6	456,1
2003	Çk	23,5	245,9	132,6	196,7	105,6
2004	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
2005	Kn	3,4	11,7	7,8	4,0	2,1
2006	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
2008	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
2009	Kn	36,6	759,4	351,9	908,2	451,7
2010	Kn	44,5	1.205,6	581,9	1.475,3	619,3
2011	Kn	16,4	107,7	47,0	145,3	70,1

2012	Kn	19,8	173,0	91,4	235,4	103,7
2013	Kn	28,2	478,3	176,6	494,7	296,1
2014	Çk	25,5	349,8	154,4	240,7	108,3
2016	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
2020	Kn	1,5	14,0	6,8	3,2	1,9
2022	Çk	49,4	1.268,5	437,1	1.084,0	460,1
2023	Kn	9,5	16,7	17,0	32,2	15,7
2025	Çk	48,8	1.174,2	441,8	1.065,1	459,1
2026	Çk	14,2	90,0	34,5	46,2	6,1
2031	Çk	56,2	2.278,8	1.273,6	1.567,1	481,3
2033	Çk	17,2	115,7	56,7	90,4	39,9
2034	Çk	36,5	757,3	351,4	682,8	281,4
3001	Çk	25,4	342,9	153,6	239,2	109,2
3002	Çk	17,2	115,7	56,7	90,4	39,9
3003	Çk	38,4	778,0	369,6	716,1	311,9
3004	Çk	30,8	506,3	252,7	344,4	193,5
3005	Çk	17,4	118,4	59,5	95,0	42,6
3006	Çk	30,2	500,3	228,5	314,1	179,3
3007	Kn	17,6	121,3	62,5	177,0	84,0
3008	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
3009	Çk	30,2	500,3	228,5	314,1	179,3
3010	Çk	30,8	506,3	252,7	344,4	193,5
3011	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
3012	Kn	10,7	26,9	23,4	42,6	24,1
3013	Kn	15,4	100,4	39,2	120,5	54,5
3014	Çk	44,2	1.120,9	583,9	925,9	455,6
3015	Kn	7,0	11,6	9,9	16,5	4,8
3016	Kn	24,4	281,3	144,2	405,0	200,2
3017	Çk	19,4	162,2	87,2	131,0	60,5
3018	Çk	32,0	528,7	298,4	436,6	219,6
3019	Çk	14,5	93,2	35,4	48,2	7,3
3020	Kn	18,4	136,6	74,4	198,5	90,8
3021	Çk	28,0	474,2	173,9	265,9	126,8
3022	Çk	16,9	112,3	52,7	83,7	35,5
3023	Kn	12,4	59,0	30,2	63,0	31,0
3024	Kn	5,7	11,3	8,9	10,1	3,1
3025	Çk	24,1	267,3	140,6	212,2	112,0
3026	Kn	6,0	11,3	9,1	11,5	3,4
3027	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
3028	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
3029	Çk	17,6	121,3	62,5	99,5	45,1
3030	Kn	14,8	95,9	36,4	106,9	46,0
3031	Kn	26,8	432,1	163,1	455,3	280,2
3032	Çk	10,9	29,6	24,4	29,6	2,0

3033	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
3034	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
3035	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
3036	Çk	37,0	766,2	354,2	690,4	286,8
3037	Kn	16,3	106,9	46,0	142,7	68,7
3038	Kn	12,2	54,6	29,6	60,2	30,4
3039	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
3040	Çk	27,1	445,9	165,2	257,9	110,9
3041	Kn	12,5	61,2	30,4	64,5	31,4
3042	Kn	20,4	187,7	96,9	250,3	111,0
3043	Kn	23,7	252,2	135,3	390,3	178,7
3044	Kn	21,8	213,1	110,1	282,6	133,9
3045	Kn	19,9	175,6	92,3	237,9	104,8
3046	Kn	13,1	73,5	31,9	73,9	33,4
3047	Kn	10,3	22,4	21,2	38,8	21,6
3048	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
3049	Kn	9,3	15,7	16,0	30,7	14,3
3050	Çk	27,6	463,8	169,5	262,2	118,9
3051	Çk	39,4	782,2	394,3	746,5	349,8
3052	Kn	7,3	11,8	10,3	18,2	5,4
3053	Kn	16,2	106,1	45,0	140,2	67,2
3054	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
3055	Kn	17,6	121,3	62,5	177,0	84,0
3056	Kn	14,8	95,9	36,4	106,9	46,0
3057	Kn	17,7	122,9	64,0	179,7	84,9
3058	Kn	9,2	15,3	15,6	30,0	13,6
3059	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
3060	Kn	5,3	11,3	8,7	8,4	2,7
3061	Çk	11,5	39,9	27,1	33,3	2,3
3062	Çk	27,4	457,4	167,7	260,5	115,4
3063	Çk	27,7	466,7	170,5	263,1	120,8
3064	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
3065	Kn	7,0	11,6	9,9	16,5	4,8
3066	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
3067	Kn	6,4	11,4	9,4	13,4	3,9
3068	Kn	3,4	11,7	7,8	4,0	2,1
3069	Çk	35,5	724,9	347,0	663,4	271,3
3070	Kn	16,1	105,3	44,2	137,6	65,6
3071	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
3072	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
3073	Çk	3,5	11,6	7,9	5,6	0,9
3074	Çk	11,5	39,9	27,1	33,3	2,3
3075	Çk	8,2	12,8	12,0	14,8	1,1
3076	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2

3077	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
3078	Kn	19,4	162,2	87,2	225,1	99,6
3079	Çk	24,9	309,6	149,4	230,3	113,0
4002	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
4003	Kn	11,5	39,9	27,1	51,2	28,0
4005	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
4006	Kn	14,8	95,9	36,4	106,9	46,0
4007	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
4008	Kn	13,7	83,6	33,2	84,5	36,2
4009	Kn	6,5	11,4	9,4	13,9	4,0
4010	Kn	15,7	102,5	41,1	127,7	59,3
4011	Kn	11,2	34,4	25,8	47,8	26,7
4012	Kn	8,7	13,8	13,6	26,5	10,5
4014	Kn	9,9	19,1	19,0	35,3	18,7
4015	Kn	13,1	73,5	31,9	73,9	33,4
4016	Kn	9,5	16,7	17,0	32,2	15,7
4017	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
4018	Kn	9,7	17,8	18,0	33,7	17,2
4019	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
4020	Kn	9,2	15,3	15,6	30,0	13,6
4021	Kn	4,8	11,3	8,5	6,7	2,4
4022	Kn	12,9	69,6	31,4	70,7	32,7
4023	Kn	9,1	15,0	15,1	29,2	12,9
4024	Kn	5,7	11,3	8,9	10,1	3,1
4025	Kn	4,7	11,3	8,5	6,4	2,4
4026	Kn	11,4	38,0	26,7	50,0	27,6
4027	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
4028	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
4029	Kn	5,4	11,3	8,8	8,8	2,8
4030	Kn	9,3	15,7	16,0	30,7	14,3
4031	Kn	7,3	11,8	10,3	18,2	5,4
4032	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
4033	Kn	9,7	17,8	18,0	33,7	17,2
4034	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
4035	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
4036	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
4037	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
4038	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
4039	Kn	5,9	11,3	9,0	11,0	3,3
4040	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
4041	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
4042	Kn	5,6	11,3	8,9	9,7	3,0
4043	Kn	8,2	12,8	12,0	23,4	8,1
4044	Çk	25,5	349,8	154,4	240,7	108,3

4045	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
4046	Kn	8,8	14,0	13,9	27,2	11,1
4047	Kn	6,1	11,3	9,2	11,9	3,5
4048	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
4049	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
4050	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
4051	Çk	33,9	625,9	336,5	596,8	252,0
4052	Çk	12,1	52,4	29,3	36,5	2,7
4053	Çk	28,2	478,3	176,6	268,0	131,1
4058	Çk	29,9	497,8	217,5	302,7	171,9
4060	Çk	16,4	107,7	47,0	73,0	27,4
4061	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
4062	Çk	22,7	227,5	121,3	176,9	94,4
4063	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
4064	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
4065	Kn	11,4	38,0	26,7	50,0	27,6
4066	Çk	10,2	21,4	20,7	24,8	1,7
4067	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
4068	Kn	10,3	22,4	21,2	38,8	21,6
4069	Kn	9,9	19,1	19,0	35,3	18,7
4071	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
4072	Çk	12,9	69,6	31,4	40,1	3,4
4073	Kn	4,8	11,3	8,5	6,7	2,4
4074	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
4075	Kn	7,9	12,4	11,3	21,6	7,0
4077	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
4078	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
4079	Kn	3,5	11,6	7,9	4,1	2,1
4080	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
4081	Kn	5,7	11,3	8,9	10,1	3,1
4082	Kn	8,2	12,8	12,0	23,4	8,1
4083	Kn	9,8	18,4	18,5	34,5	18,0
4084	Kn	7,5	12,0	10,6	19,3	5,9
4085	Kn	8,2	12,8	12,0	23,4	8,1
4086	Kn	7,8	12,3	11,1	21,0	6,7
4087	Kn	7,7	12,2	10,9	20,4	6,4
4088	Kn	6,7	11,5	9,6	14,9	4,3
4089	Kn	14,5	93,2	35,4	100,4	42,6
4090	Çk	20,3	185,4	96,0	141,0	67,5
4091	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
5001	Çk	5,3	11,3	8,7	9,5	0,9
5002	Çk	5,2	11,3	8,7	9,3	0,9
5003	Çk	9,4	16,2	16,5	19,8	1,4
5004	Çk	6,5	11,4	9,4	11,4	1,0

5005	Çk	5,7	11,3	8,9	10,2	0,9
5006	Çk	6,7	11,5	9,6	11,7	1,0
5007	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
5008	Kn	14,7	95,0	36,0	104,7	44,8
6001	Çk	14,6	94,1	35,7	48,9	7,8
6002	Kn	9,4	16,2	16,5	31,4	15,0
6003	Kn	9,4	16,2	16,5	31,4	15,0
6004	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
6005	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
6006	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
6007	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
6008	Kn	6,9	11,6	9,8	16,0	4,6
6009	Kn	6,3	11,4	9,3	12,9	3,7
6010	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
6011	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
6012	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
6013	Kn	5,3	11,3	8,7	8,4	2,7
6014	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
6015	Çk	9,8	18,4	18,5	22,2	1,5
6016	Çk	5,6	11,3	8,9	10,0	0,9
6017	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
6018	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
6019	Çk	6,0	11,3	9,1	10,7	0,9
6020	Çk	6,2	11,4	9,2	11,0	0,9
6021	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
6022	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
6023	Çk	4,5	11,3	8,4	7,9	0,9
6024	Çk	6,7	11,5	9,6	11,7	1,0
6025	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
6026	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
6027	Kn	6,9	11,6	9,8	16,0	4,6
6028	Kn	6,8	11,6	9,7	15,5	4,5
6029	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
6030	Çk	6,0	11,3	9,1	10,7	0,9
6031	Çk	6,0	11,3	9,1	10,7	0,9
6032	Çk	12,9	69,6	31,4	40,1	3,4
6033	Çk	4,7	11,3	8,5	8,3	0,9
6034	Çk	13,1	73,5	31,9	40,9	3,7
6035	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
6036	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
6037	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
6038	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
6039	Kn	5,7	11,3	8,9	10,1	3,1
6040	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0

6041	Kn	6,1	11,3	9,2	11,9	3,5
6042	Kn	3,4	11,7	7,8	4,0	2,1
6043	Kn	6,9	11,6	9,8	16,0	4,6
6044	Kn	8,9	14,3	14,3	27,9	11,7
6045	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
6046	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
6047	Kn	7,3	11,8	10,3	18,2	5,4
6048	Kn	8,4	13,1	12,6	24,6	9,0
6049	Çk	6,0	11,3	9,1	10,7	0,9
6050	Çk	5,7	11,3	8,9	10,2	0,9
6051	Çk	4,0	11,4	8,1	6,7	0,9
6052	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
6053	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
6054	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
6055	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
6056	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
6057	Çk	5,0	11,3	8,6	8,9	0,9
6058	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
6059	Kn	8,1	12,6	11,8	22,8	7,7
6060	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
6061	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
6062	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
6063	Kn	5,9	11,3	9,0	11,0	3,3
6064	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
6065	Çk	8,6	13,6	13,2	16,1	1,2
6066	Çk	3,3	11,7	7,7	5,2	0,9
6067	Çk	5,9	11,3	9,0	10,5	0,9
6068	Çk	3,6	11,6	7,9	5,8	0,9
7001	Çk	31,4	515,0	277,0	385,6	207,0
7002	Kn	28,0	474,2	173,9	488,1	296,4
7003	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
7004	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
7005	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
7006	Çk	108,0	2.079,8	1.678,1	3.681,8	1.259,0
7007	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	25,5
7008	Kn	37,0	766,2	354,2	950,4	465,1
7009	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
7010	Kn	27,0	441,6	164,5	460,1	284,9
7011	Kn	31,0	508,8	260,9	669,9	269,5
7012	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
7013	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
7014	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
7015	Kn	25,0	316,0	150,3	417,2	220,6
7016	Kn	29,0	489,8	191,3	526,7	288,0

7017	Kn	9,0	14,6	14,4	28,6	12,3
7018	Çk	57,0	1.502,0	1.208,5	1.631,7	23,9
7019	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
7020	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	23,5
7021	Çk	80,0	2.079,8	1.678,1	3.681,8	1.259,0
7022	Çk	9,0	14,6	14,4	17,8	10,3
7023	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
7024	Çk	46,0	1.328,0	540,7	992,1	457,6
8001	Çk	19,6	167,6	89,4	133,4	62,0
8002	Kn	15,1	98,3	37,7	113,6	50,0
8003	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
8004	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
8005	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
8006	Çk	16,1	105,3	44,2	67,4	22,6
8007	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
8008	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
8009	Çk	17,4	118,4	59,5	95,0	42,6
8010	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
8011	Çk	16,2	106,1	45,0	69,2	24,2
8012	Kn	17,8	124,6	65,5	182,3	85,8
8013	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
8014	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
8015	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
8016	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0
8017	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
8018	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
8019	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
8020	Kn	4,8	11,3	8,5	6,7	2,4
8021	Çk	15,1	98,3	37,7	53,4	10,9
8022	Çk	16,3	106,9	46,0	71,1	25,8
8023	Çk	23,1	235,6	126,9	186,4	100,1
8024	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
8025	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
8026	Kn	18,6	141,3	77,3	203,9	92,4
8027	Kn	14,3	91,1	34,8	96,2	40,6
8028	Kn	17,8	124,6	65,5	182,3	85,8
8029	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
8030	Çk	13,8	85,0	33,5	44,0	4,9
8031	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
8032	Çk	20,3	185,4	96,0	141,0	67,5
8033	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
8034	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
8035	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
8036	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1

8037	Çk	26,2	397,7	159,2	249,6	104,7
8038	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
8039	Kn	3,5	11,6	7,9	4,1	2,1
8040	Çk	30,1	499,5	224,8	310,0	176,8
8041	Çk	20,1	180,6	94,2	138,9	65,9
8042	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
8043	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0
8044	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
8045	Çk	19,6	167,6	89,4	133,4	62,0
9001	Çk	40,0	785,3	417,7	770,7	379,4
9002	Kn	30,8	506,3	252,7	649,8	268,8
9003	Çk	34,6	674,4	342,3	633,7	261,1
9004	Çk	33,1	574,6	325,6	537,1	239,7
9005	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
9006	Çk	45,6	1.402,0	556,1	977,9	457,3
9007	Çk	32,6	549,9	315,2	492,3	231,0
9008	Kn	32,7	554,3	317,6	408,8	302,7
9009	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
9010	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
9011	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
9012	Kn	4,7	11,3	8,5	6,4	2,4
9013	Çk	39,8	784,1	409,1	762,3	369,4
9014	Çk	33,6	605,4	333,1	576,6	247,6
9015	Çk	33,5	598,8	331,8	569,2	246,1
9016	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
9017	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
10001	Çk	1,8	13,4	6,9	3,2	0,9
10002	Çk	1,0	15,3	6,6	2,8	0,9
10003	Çk	1,1	15,0	6,6	2,9	0,9
10004	Çk	1,9	13,2	7,0	3,3	0,9
10005	Çk	0,9	15,6	6,6	2,8	0,9
10006	Çk	0,9	15,6	6,6	2,8	0,9
10007	Kn	1,2	14,7	6,7	3,2	1,9
10008	Kn	1,7	13,6	6,9	3,2	2,0
10009	Çk	1,8	13,4	6,9	3,2	0,9
11001	Kn	10,3	22,4	21,2	38,8	21,6
11002	Kn	8,9	14,3	14,3	27,9	11,7
11003	Kn	17,6	121,3	62,5	177,0	84,0
11004	Kn	18,8	146,3	80,0	209,2	94,1
11005	Kn	20,3	185,4	96,0	247,9	109,7
11006	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
11007	Çk	14,2	90,0	34,5	46,2	6,1
11009	Kn	8,7	13,8	13,6	26,5	10,5
11010	Çk	42,1	827,0	533,0	858,3	444,5

11011	Kn	6,0	11,3	9,1	11,5	3,4
11012	Çk	52,4	1.532,5	582,0	1.307,0	619,8
11014	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
11015	Çk	57,8	1.529,8	1.099,9	1.718,9	1.556,4
11016	Kn	18,6	141,3	77,3	203,9	92,4
11017	Kn	17,5	119,8	61,0	174,3	83,1
11019	Kn	21,8	213,1	110,1	282,6	133,9
11020	Kn	8,7	13,8	13,6	26,5	10,5
11021	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
11022	Kn	7,8	12,3	11,1	21,0	6,7
11023	Kn	39,5	782,7	397,7	1.133,0	531,5
11024	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
11025	Kn	17,4	118,4	59,5	171,6	82,1
11026	Kn	30,3	501,2	232,4	606,1	270,4
11027	Kn	10,4	23,4	21,8	39,7	22,2
11028	Kn	16,2	106,1	45,0	140,2	67,2
11029	Kn	26,5	415,9	161,1	448,4	272,0
11030	Kn	6,3	11,4	9,3	12,9	3,7
11031	Kn	11,6	41,8	27,5	52,4	28,4
11032	Çk	5,4	11,3	8,8	9,7	0,9
11033	Kn	20,1	180,6	94,2	242,9	107,2
11034	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
11035	Kn	16,2	106,1	45,0	140,2	67,2
11036	Kn	9,8	18,4	18,5	34,5	18,0
11037	Kn	18,4	136,6	74,4	198,5	90,8
11038	Kn	18,7	143,8	78,6	206,6	93,3
11039	Kn	7,2	11,8	10,1	17,6	5,2
11040	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
11041	Kn	9,7	17,8	18,0	33,7	17,2
11042	Kn	8,5	13,3	12,9	25,2	9,5
11043	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
11044	Kn	12,1	52,4	29,3	58,8	30,1
11045	Kn	10,2	21,4	20,7	37,9	20,9
11046	Kn	9,3	15,7	16,0	30,7	14,3
11047	Çk	45,5	1.405,5	559,5	974,2	457,3
11048	Çk	43,3	933,6	576,2	896,5	453,1
11049	Çk	12,8	67,6	31,2	39,7	3,3
11050	Çk	18,4	136,6	74,4	115,9	52,9
11051	Çk	26,2	397,7	159,2	249,6	104,7
12001	Çk	46,5	1.152,7	518,9	1.008,3	457,9
12002	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
12003	Çk	39,2	781,4	388,0	739,4	340,6
12004	Çk	33,5	598,8	331,8	569,2	246,1
12006	Kn	8,1	12,6	11,8	22,8	7,7

12008	Kn	8,8	14,0	13,9	27,2	11,1
12009	Çk	44,8	1.291,5	577,6	947,7	456,5
12010	Kn	17,9	126,4	67,0	185,0	86,7
12011	Kn	15,7	102,5	41,1	127,7	59,3
12012	Kn	19,9	175,6	92,3	237,9	104,8
12013	Çk	42,0	822,5	527,9	854,8	443,2
12014	Çk	51,2	1.424,2	474,1	1.191,8	499,4
12015	Çk	51,2	1.424,2	474,1	1.191,8	499,4
12016	Çk	41,8	814,7	517,2	847,6	440,2
13001	Kn	2,8	12,1	7,5	3,5	2,0
13002	Kn	2,7	12,2	7,4	3,5	2,0
13003	Kn	3,4	11,7	7,8	4,0	2,1
13004	Kn	1,6	13,8	6,8	3,2	1,9
13005	Kn	1,5	14,0	6,8	3,2	1,9
13006	Kn	1,7	13,6	6,9	3,2	2,0
13007	Kn	1,9	13,2	7,0	3,2	2,0
13008	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
13009	Kn	2,9	12,0	7,5	3,6	2,0
13010	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
13011	Kn	1,5	14,0	6,8	3,2	1,9
13012	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0
13013	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
13014	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
13015	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
13016	Kn	5,3	11,3	8,7	8,4	2,7
13017	Çk	14,2	90,0	34,5	46,2	6,1
13018	Çk	6,1	11,3	9,2	10,8	0,9
13019	Kn	5,6	11,3	8,9	9,7	3,0
13020	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
13021	Çk	10,9	29,6	24,4	29,6	2,0
13022	Kn	2,7	12,2	7,4	3,5	2,0
13023	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
13024	Kn	1,2	14,7	6,7	3,2	1,9
13025	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
13026	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
13027	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
13028	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
13029	Çk	12,2	54,6	29,6	37,0	2,8
13030	Çk	2,1	12,9	7,1	3,5	0,9
13031	Çk	11,2	34,4	25,8	31,5	2,1
13032	Çk	9,3	15,7	16,0	19,2	1,3
13033	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
13034	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
13035	Kn	0,4	17,4	6,5	3,1	1,9

13036	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
13037	Kn	0,6	16,7	6,5	3,1	1,9
13038	Kn	0,5	17,0	6,5	3,1	1,9
13039	Kn	1,5	14,0	6,8	3,2	1,9
13040	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
13041	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
13042	Kn	1,2	14,7	6,7	3,2	1,9
13043	Çk	10,7	26,9	23,4	28,2	1,9
13044	Kn	8,5	13,3	12,9	25,2	9,5
13045	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
13046	Kn	1,0	15,3	6,6	3,1	1,9
13047	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
13048	Çk	10,9	29,6	24,4	29,6	2,0
13049	Çk	22,4	222,4	117,3	170,4	90,2
13050	Çk	10,1	20,6	20,1	24,1	1,6
13051	Çk	1,6	13,8	6,8	3,1	0,9
13052	Kn	0,7	16,3	6,5	3,1	1,9
13053	Kn	0,7	16,3	6,5	3,1	1,9
13054	Kn	1,7	13,6	6,9	3,2	2,0
13055	Kn	0,2	18,3	6,4	3,1	1,9
13056	Kn	0,4	17,4	6,5	3,1	1,9
13057	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
13058	Kn	1,0	15,3	6,6	3,1	1,9
13059	Kn	1,9	13,2	7,0	3,2	2,0
13060	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
13061	Kn	1,9	13,2	7,0	3,2	2,0
13062	Kn	1,0	15,3	6,6	3,1	1,9
13063	Kn	1,0	15,3	6,6	3,1	1,9
13064	Çk	11,1	32,7	25,3	30,9	2,1
13065	Çk	0,3	17,9	6,4	2,6	0,9
13067	Çk	2,1	12,9	7,1	3,5	0,9
13068	Kn	0,4	17,4	6,5	3,1	1,9
13069	Kn	7,2	11,8	10,1	17,6	5,2
13070	Kn	7,5	12,0	10,6	19,3	5,9
13071	Kn	7,2	11,8	10,1	17,6	5,2
13072	Kn	6,3	11,4	9,3	12,9	3,7
13073	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
13074	Kn	6,4	11,4	9,4	13,4	3,9
13075	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
13076	Kn	0,3	17,9	6,4	3,1	1,9
13077	Kn	1,4	14,2	6,8	3,2	1,9
13078	Kn	0,4	17,4	6,5	3,1	1,9
13080	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
13081	Kn	0,5	17,0	6,5	3,1	1,9

13082	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
13083	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
13084	Kn	1,6	13,8	6,8	3,2	1,9
13085	Kn	1,5	14,0	6,8	3,2	1,9
13086	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
13087	Çk	21,6	210,1	107,9	156,3	80,2
13088	Kn	0,6	16,7	6,5	3,1	1,9
13089	Kn	0,5	17,0	6,5	3,1	1,9
13090	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
13091	Kn	7,2	11,8	10,1	17,6	5,2
13092	Kn	2,7	12,2	7,4	3,5	2,0
13093	Kn	10,2	21,4	20,7	37,9	20,9
13094	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
13095	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
13099	Çk	0,1	18,7	6,4	2,6	0,9
13100	Çk	0,1	18,7	6,4	2,6	0,9
13101	Kn	15,4	100,4	39,2	120,5	54,5
13102	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
13103	Çk	21,1	201,8	103,1	149,7	74,8
13104	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
14001	Çk	1,1	15,0	6,6	2,9	0,9
14002	Çk	0,4	17,4	6,5	2,7	0,9
14003	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
14004	Kn	0,6	16,7	6,5	3,1	1,9
14005	Kn	1,0	15,3	6,6	3,1	1,9
14006	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
14007	Kn	8,5	13,3	12,9	25,2	9,5
14008	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
14009	Kn	5,4	11,3	8,8	8,8	2,8
14010	Kn	1,0	15,3	6,6	3,1	1,9
14011	Kn	14,9	96,7	36,8	109,1	47,3
14012	Kn	1,6	13,8	6,8	3,2	1,9
14013	Kn	6,3	11,4	9,3	12,9	3,7
14015	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
14016	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
14017	Kn	3,5	11,6	7,9	4,1	2,1
14018	Kn	7,8	12,3	11,1	21,0	6,7
14019	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
14020	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
14021	Kn	4,8	11,3	8,5	6,7	2,4
14025	Çk	1,7	13,6	6,9	3,2	0,9
14026	Çk	3,0	11,9	7,6	4,7	0,9
14027	Çk	0,7	16,3	6,5	2,7	0,9
14028	Kn	1,2	14,7	6,7	3,2	1,9

14029	Çk	2,2	12,7	7,1	3,6	0,9
14030	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
14031	Çk	2,5	12,4	7,3	3,9	0,9
14032	Çk	0,9	15,6	6,6	2,8	0,9
14033	Çk	1,1	15,0	6,6	2,9	0,9
14034	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
14035	Kn	1,4	14,2	6,8	3,2	1,9
14036	Kn	1,5	14,0	6,8	3,2	1,9
14037	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
14038	Kn	9,1	15,0	15,1	29,2	12,9
14039	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
14040	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
14041	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
14042	Çk	0,8	15,9	6,6	2,8	0,9
14043	Kn	0,4	17,4	6,5	3,1	1,9
14044	Kn	0,6	16,7	6,5	3,1	1,9
14045	Kn	0,2	18,3	6,4	3,1	1,9
14046	Çk	0,6	16,7	6,5	2,7	0,9
14047	Kn	0,2	18,3	6,4	3,1	1,9
14048	Kn	0,4	17,4	6,5	3,1	1,9
14049	Çk	1,1	15,0	6,6	2,9	0,9
14050	Çk	4,5	11,3	8,4	7,9	0,9
14051	Çk	0,8	15,9	6,6	2,8	0,9
14052	Çk	0,9	15,6	6,6	2,8	0,9
14056	Çk	4,1	11,4	8,2	6,9	0,9
14057	Çk	7,0	11,6	9,9	12,2	1,0
14058	Çk	6,8	11,6	9,7	11,9	1,0
14059	Çk	2,0	13,0	7,0	3,4	0,9
14060	Çk	1,4	14,2	6,8	3,0	0,9
14061	Çk	0,8	15,9	6,6	2,8	0,9
14062	Çk	0,3	17,9	6,4	2,6	0,9
14063	Çk	3,0	11,9	7,6	4,7	0,9
14064	Çk	4,7	11,3	8,5	8,3	0,9
14065	Çk	4,1	11,4	8,2	6,9	0,9
14066	Çk	0,4	17,4	6,5	2,7	0,9
14067	Çk	3,7	11,5	8,0	6,0	0,9
14068	Çk	1,1	15,0	6,6	2,9	0,9
14069	Çk	2,0	13,0	7,0	3,4	0,9
14070	Çk	2,2	12,7	7,1	3,6	0,9
14071	Çk	0,5	17,0	6,5	2,7	0,9
14072	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
14073	Kn	1,9	13,2	7,0	3,2	2,0
14074	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
14075	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0

14076	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
14077	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
14078	Kn	0,2	18,3	6,4	3,1	1,9
14079	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
14080	Kn	7,9	12,4	11,3	21,6	7,0
14081	Çk	3,6	11,6	7,9	5,8	0,9
14082	Çk	0,6	16,7	6,5	2,7	0,9
14083	Çk	0,8	15,9	6,6	2,8	0,9
14084	Çk	1,1	15,0	6,6	2,9	0,9
14085	Çk	3,5	11,6	7,9	5,6	0,9
14086	Çk	2,1	12,9	7,1	3,5	0,9
14087	Çk	1,9	13,2	7,0	3,3	0,9
14088	Çk	1,4	14,2	6,8	3,0	0,9
14089	Çk	1,7	13,6	6,9	3,2	0,9
14090	Çk	4,6	11,3	8,4	8,1	0,9
14091	Çk	2,5	12,4	7,3	3,9	0,9
14092	Çk	9,7	17,8	18,0	21,5	1,5
14093	Çk	1,7	13,6	6,9	3,2	0,9
14094	Çk	5,3	11,3	8,7	9,5	0,9
14095	Kn	4,8	11,3	8,5	6,7	2,4
14096	Kn	4,8	11,3	8,5	6,7	2,4
14097	Kn	0,1	18,7	6,4	3,1	1,9
14098	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
14099	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
14100	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
14101	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
14102	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
14103	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
14104	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
14105	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
14106	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
14107	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
14108	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
14109	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
14110	Kn	4,8	11,3	8,5	6,7	2,4
14111	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
14112	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
14113	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
14114	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
14115	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0
14116	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
14117	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
14118	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
14119	Çk	1,5	14,0	6,8	3,0	0,9

14120	Çk	1,7	13,6	6,9	3,2	0,9
14121	Çk	2,8	12,1	7,5	4,3	0,9
14122	Çk	4,3	11,4	8,3	7,4	0,9
14123	Çk	2,8	12,1	7,5	4,3	0,9
14124	Çk	0,9	15,6	6,6	2,8	0,9
14125	Çk	5,2	11,3	8,7	9,3	0,9
14126	Çk	2,2	12,7	7,1	3,6	0,9
14127	Çk	1,6	13,8	6,8	3,1	0,9
14128	Çk	3,2	11,8	7,7	5,0	0,9
14129	Çk	2,6	12,3	7,3	4,0	0,9
14130	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
14131	Çk	14,2	90,0	34,5	46,2	6,1
14132	Çk	11,7	43,9	27,9	34,5	2,4
14133	Çk	4,6	11,3	8,4	8,1	0,9
14134	Çk	3,2	11,8	7,7	5,0	0,9
14135	Çk	4,3	11,4	8,3	7,4	0,9
14136	Çk	11,4	38,0	26,7	32,7	2,2
14137	Çk	4,2	11,4	8,2	7,2	0,9
14138	Çk	5,0	11,3	8,6	8,9	0,9
14139	Çk	6,2	11,4	9,2	11,0	0,9
14140	Çk	3,1	11,9	7,6	4,8	0,9
14141	Çk	8,6	13,6	13,2	16,1	1,2
14142	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
14143	Çk	6,2	11,4	9,2	11,0	0,9
14144	Çk	4,3	11,4	8,3	7,4	0,9
14145	Çk	7,4	11,9	10,4	12,9	1,0
14146	Çk	3,7	11,5	8,0	6,0	0,9
14147	Çk	3,9	11,5	8,1	6,5	0,9
14148	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
14149	Kn	3,9	11,5	8,1	4,6	2,1
14150	Çk	8,9	14,3	14,3	17,3	1,2
14151	Çk	7,7	12,2	10,9	13,5	1,0
14152	Çk	12,5	61,2	30,4	38,4	3,0
14153	Çk	7,0	11,6	9,9	12,2	1,0
14154	Çk	8,3	13,0	12,3	15,1	1,1
14155	Çk	5,7	11,3	8,9	10,2	0,9
14156	Kn	0,6	16,7	6,5	3,1	1,9
14157	Kn	0,4	17,4	6,5	3,1	1,9
14158	Kn	0,3	17,9	6,4	3,1	1,9
14159	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
14160	Kn	0,6	16,7	6,5	3,1	1,9
14161	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
14162	Çk	10,5	24,5	22,3	26,8	1,8
14163	Kn	6,0	11,3	9,1	11,5	3,4

15001	Çk	7,1	11,7	10,0	12,4	1,0
15002	Kn	7,1	11,7	10,0	17,1	5,0
15003	Kn	5,4	11,3	8,8	8,8	2,8
15004	Kn	10,8	28,2	23,9	43,5	24,7
15005	Çk	2,0	13,0	7,0	3,4	0,9
15006	Çk	5,4	11,3	8,8	9,7	0,9
15007	Çk	4,8	11,3	8,5	8,5	0,9
15008	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
15009	Çk	8,5	13,3	12,9	15,7	1,2
15010	Çk	2,8	12,1	7,5	4,3	0,9
15011	Çk	3,2	11,8	7,7	5,0	0,9
15012	Çk	2,6	12,3	7,3	4,0	0,9
15013	Çk	4,0	11,4	8,1	6,7	0,9
15014	Çk	2,8	12,1	7,5	4,3	0,9
15015	Çk	2,2	12,7	7,1	3,6	0,9
15016	Çk	5,1	11,3	8,6	9,1	0,9
15017	Çk	0,9	15,6	6,6	2,8	0,9
15018	Çk	0,7	16,3	6,5	2,7	0,9
15019	Çk	0,6	16,7	6,5	2,7	0,9
15020	Çk	2,0	13,0	7,0	3,4	0,9
15021	Çk	3,7	11,5	8,0	6,0	0,9
15022	Çk	14,1	88,9	34,2	45,6	5,8
15023	Çk	3,0	11,9	7,6	4,7	0,9
15024	Çk	4,6	11,3	8,4	8,1	0,9
15025	Çk	2,7	12,2	7,4	4,2	0,9
15026	Çk	1,7	13,6	6,9	3,2	0,9
15027	Çk	1,1	15,0	6,6	2,9	0,9
15028	Çk	2,7	12,2	7,4	4,2	0,9
15029	Çk	2,5	12,4	7,3	3,9	0,9
15030	Çk	3,6	11,6	7,9	5,8	0,9
15031	Çk	6,7	11,5	9,6	11,7	1,0
15032	Çk	7,1	11,7	10,0	12,4	1,0
15033	Kn	4,8	11,3	8,5	6,7	2,4
15034	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
15035	Çk	1,2	14,7	6,7	2,9	0,9
15036	Çk	1,4	14,2	6,8	3,0	0,9
15037	Çk	1,6	13,8	6,8	3,1	0,9
15038	Çk	5,1	11,3	8,6	9,1	0,9
15039	Çk	4,9	11,3	8,5	8,7	0,9
15040	Çk	40,8	792,5	459,1	806,3	414,7
15041	Çk	2,1	12,9	7,1	3,5	0,9
15042	Çk	2,4	12,5	7,2	3,8	0,9
15043	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
15044	Çk	1,9	13,2	7,0	3,3	0,9

15045	Çk	42,1	827,0	533,0	858,3	444,5
15046	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0
15047	Çk	1,2	14,7	6,7	2,9	0,9
15048	Kn	0,6	16,7	6,5	3,1	1,9
15049	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
15050	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
15051	Kn	0,7	16,3	6,5	3,1	1,9
15052	Kn	0,6	16,7	6,5	3,1	1,9
15053	Kn	0,4	17,4	6,5	3,1	1,9
15054	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
15055	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
15056	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
15057	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
15058	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
15059	Kn	14,8	95,9	36,4	106,9	46,0
15060	Kn	7,8	12,3	11,1	21,0	6,7
15061	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
15062	Kn	7,8	12,3	11,1	21,0	6,7
15063	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
15064	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
15065	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
15066	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
15067	Kn	12,8	67,6	31,2	69,1	32,3
15068	Kn	13,2	75,3	32,1	75,6	33,8
15069	Çk	54,6	2.264,6	1.103,4	1.477,4	677,8
15070	Kn	7,0	11,6	9,9	16,5	4,8
15071	Kn	10,1	20,6	20,1	37,0	20,2
15072	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
15073	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
15074	Kn	9,8	18,4	18,5	34,5	18,0
15075	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
15076	Kn	14,2	90,0	34,5	94,2	39,7
15077	Kn	28,2	478,3	176,6	494,7	296,1
15078	Kn	8,3	13,0	12,3	24,0	8,5
15079	Kn	14,2	90,0	34,5	94,2	39,7
15080	Kn	11,5	39,9	27,1	51,2	28,0
15081	Çk	25,4	342,9	153,6	239,2	109,2
15082	Çk	1,5	14,0	6,8	3,0	0,9
15083	Çk	1,2	14,7	6,7	2,9	0,9
15084	Çk	1,4	14,2	6,8	3,0	0,9
15085	Çk	4,2	11,4	8,2	7,2	0,9
15086	Kn	6,8	11,6	9,7	15,5	4,5
15087	Çk	3,5	11,6	7,9	5,6	0,9
15088	Çk	3,4	11,7	7,8	5,4	0,9

15089	Çk	4,2	11,4	8,2	7,2	0,9
15090	Çk	5,2	11,3	8,7	9,3	0,9
15091	Çk	19,8	173,0	91,4	135,7	63,5
15092	Çk	7,8	12,3	11,1	13,7	1,1
15093	Çk	6,2	11,4	9,2	11,0	0,9
15094	Çk	4,0	11,4	8,1	6,7	0,9
15095	Çk	10,8	28,2	23,9	28,9	1,9
15096	Kn	1,2	14,7	6,7	3,2	1,9
15097	Kn	2,3	12,6	7,2	3,3	2,0
15098	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
15099	Çk	21,4	206,9	105,9	153,5	78,0
15100	Çk	6,6	11,5	9,5	11,6	1,0
15101	Çk	4,2	11,4	8,2	7,2	0,9
15102	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
15103	Çk	10,2	21,4	20,7	24,8	1,7
15104	Çk	27,2	450,0	166,0	258,8	112,3
15105	Çk	5,2	11,3	8,7	9,3	0,9
15106	Çk	10,2	21,4	20,7	24,8	1,7
15107	Çk	17,6	121,3	62,5	99,5	45,1
15108	Çk	12,6	63,4	30,7	38,8	3,1
15109	Çk	32,0	528,7	298,4	436,6	219,6
15110	Çk	41,6	808,3	506,0	840,0	436,7
15111	Çk	63,0	2.125,1	928,6	2.213,8	1.258,5
15112	Kn	33,1	574,6	325,6	451,3	316,2
15113	Çk	33,0	569,1	323,8	528,5	238,0
16001	Kn	10,5	24,5	22,3	40,6	22,9
16002	Kn	6,5	11,4	9,4	13,9	4,0
16003	Kn	12,4	59,0	30,2	63,0	31,0
16004	Kn	6,7	11,5	9,6	14,9	4,3
16005	Kn	11,8	45,9	28,3	54,9	29,1
16006	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
16007	Kn	12,4	59,0	30,2	63,0	31,0
16008	Çk	39,3	781,8	391,0	742,9	345,1
16009	Kn	1,0	15,3	6,6	3,1	1,9
16010	Kn	3,9	11,5	8,1	4,6	2,1
16011	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
16012	Kn	8,1	12,6	11,8	22,8	7,7
16013	Kn	9,2	15,3	15,6	30,0	13,6
16014	Çk	47,8	1.002,7	465,3	1.041,2	458,5
16015	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
16016	Kn	7,6	12,1	10,8	19,8	6,1
16017	Kn	8,2	12,8	12,0	23,4	8,1
16018	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
16019	Kn	3,4	11,7	7,8	4,0	2,1

16020	Kn	11,6	41,8	27,5	52,4	28,4
16021	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
16022	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
16023	Kn	7,8	12,3	11,1	21,0	6,7
16024	Kn	11,3	36,1	26,3	48,9	27,2
16025	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
16026	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
16027	Kn	1,5	14,0	6,8	3,2	1,9
16028	Kn	22,2	219,2	114,8	291,1	141,8
16029	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
16030	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
16031	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
16032	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
16033	Kn	1,2	14,7	6,7	3,2	1,9
16034	Kn	1,6	13,8	6,8	3,2	1,9
16035	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
16036	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
16037	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
16038	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
16039	Çk	43,4	948,9	578,1	899,6	453,5
16040	Kn	7,0	11,6	9,9	16,5	4,8
16041	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
16042	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
16043	Kn	5,3	11,3	8,7	8,4	2,7
16044	Kn	9,8	18,4	18,5	34,5	18,0
16045	Kn	5,9	11,3	9,0	11,0	3,3
16046	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
16047	Kn	10,2	21,4	20,7	37,9	20,9
16048	Kn	18,8	146,3	80,0	209,2	94,1
16049	Kn	5,7	11,3	8,9	10,1	3,1
16050	Kn	6,9	11,6	9,8	16,0	4,6
16051	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
16052	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
16053	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
16054	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
16056	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
16057	Çk	66,0	2.083,1	1.359,6	3.375,3	1.259,0
16058	Kn	9,5	16,7	17,0	32,2	15,7
16059	Kn	5,3	11,3	8,7	8,4	2,7
16060	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
16061	Kn	17,2	115,7	56,7	166,2	80,1
16062	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
16063	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
16064	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1

16065	Kn	2,4	12,5	7,2	3,4	2,0
16066	Kn	2,3	12,6	7,2	3,3	2,0
16067	Kn	5,6	11,3	8,9	9,7	3,0
16068	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
16069	Kn	8,8	14,0	13,9	27,2	11,1
16070	Kn	9,8	18,4	18,5	34,5	18,0
16071	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
16072	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
16073	Kn	3,5	11,6	7,9	4,1	2,1
16074	Kn	11,5	39,9	27,1	51,2	28,0
16075	Kn	10,1	20,6	20,1	37,0	20,2
16076	Kn	7,5	12,0	10,6	19,3	5,9
16077	Kn	8,4	13,1	12,6	24,6	9,0
16078	Kn	20,1	180,6	94,2	242,9	107,2
16079	Kn	8,4	13,1	12,6	24,6	9,0
16080	Kn	9,7	17,8	18,0	33,7	17,2
16081	Kn	7,4	11,9	10,4	18,7	5,6
16082	Kn	11,2	34,4	25,8	47,8	26,7
16083	Kn	19,6	167,6	89,4	230,2	101,6
16084	Kn	19,2	156,8	85,0	219,8	97,7
16085	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
16086	Kn	12,6	63,4	30,7	66,0	31,7
16087	Çk	43,1	906,8	571,5	890,3	452,3
16088	Kn	9,2	15,3	15,6	30,0	13,6
16089	Kn	13,6	82,1	33,0	82,7	35,7
16090	Kn	15,9	103,9	42,5	132,6	62,5
16091	Kn	12,7	65,5	31,0	67,5	32,0
16092	Kn	10,4	23,4	21,8	39,7	22,2
16093	Çk	57,3	1.390,8	1.169,5	1.661,9	3,8
16094	Çk	37,8	774,5	361,1	703,4	298,3
16095	Çk	45,6	1.402,0	556,1	977,9	457,3
16096	Kn	12,5	61,2	30,4	64,5	31,4
16097	Çk	26,5	415,9	161,1	252,7	105,3
16098	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
17001	Çk	40,1	785,9	422,3	775,1	384,4
17002	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
17003	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
17004	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
17005	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
17006	Kn	0,7	16,3	6,5	3,1	1,9
17007	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
17008	Kn	1,8	13,4	6,9	3,2	2,0
17009	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
17010	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0

17011	Kn	1,8	13,4	6,9	3,2	2,0
17012	Kn	1,6	13,8	6,8	3,2	1,9
17013	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
17015	Kn	2,4	12,5	7,2	3,4	2,0
17016	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
17017	Kn	7,8	12,3	11,1	21,0	6,7
17018	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
17019	Kn	1,2	14,7	6,7	3,2	1,9
17020	Kn	2,3	12,6	7,2	3,3	2,0
17022	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
17023	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
17024	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
17025	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
17026	Kn	1,2	14,7	6,7	3,2	1,9
17027	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
17028	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
17029	Kn	0,7	16,3	6,5	3,1	1,9
17030	Kn	10,1	20,6	20,1	37,0	20,2
17031	Kn	11,8	45,9	28,3	54,9	29,1
17032	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
17033	Kn	9,1	15,0	15,1	29,2	12,9
17034	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
17035	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
17036	Çk	2,3	12,6	7,2	3,7	0,9
17037	Çk	11,3	36,1	26,3	32,1	2,2
17038	Çk	4,4	11,3	8,3	7,6	0,9
17039	Çk	4,1	11,4	8,2	6,9	0,9
17040	Çk	2,2	12,7	7,1	3,6	0,9
17041	Çk	3,1	11,9	7,6	4,8	0,9
17042	Çk	2,2	12,7	7,1	3,6	0,9
17043	Çk	37,1	767,6	354,9	691,9	288,0
17044	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
17045	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
17046	Kn	9,1	15,0	15,1	29,2	12,9
17047	Kn	2,3	12,6	7,2	3,3	2,0
17048	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
17049	Kn	1,1	15,0	6,6	3,1	1,9
17050	Çk	31,9	525,9	295,2	427,6	217,6
17051	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
17052	Kn	2,4	12,5	7,2	3,4	2,0
17053	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
17054	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
17055	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
17056	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0

17057	Kn	1,3	14,5	6,7	3,2	1,9
17058	Kn	6,1	11,3	9,2	11,9	3,5
17059	Kn	11,8	45,9	28,3	54,9	29,1
17060	Kn	0,9	15,6	6,6	3,1	1,9
17061	Kn	0,8	15,9	6,6	3,1	1,9
17062	Kn	0,7	16,3	6,5	3,1	1,9
17063	Kn	0,6	16,7	6,5	3,1	1,9
17064	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
17066	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
17067	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
17068	Kn	6,5	11,4	9,4	13,9	4,0
17069	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
17070	Kn	11,1	32,7	25,3	46,7	26,3
17071	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
17072	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
17073	Kn	10,1	20,6	20,1	37,0	20,2
17074	Kn	11,2	34,4	25,8	47,8	26,7
17075	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
17076	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
17077	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0
17078	Kn	8,8	14,0	13,9	27,2	11,1
17079	Kn	10,2	21,4	20,7	37,9	20,9
17080	Çk	65,5	2.084,9	1.251,7	3.128,7	1.259,0
17081	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
17082	Kn	9,1	15,0	15,1	29,2	12,9
17083	Kn	9,2	15,3	15,6	30,0	13,6
17084	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
17085	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
17086	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
17088	Kn	14,1	88,9	34,2	92,2	38,9
17089	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
17090	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
17092	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
17093	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
17094	Çk	55,6	2.564,0	1.263,1	1.530,5	643,3
17095	Kn	10,1	20,6	20,1	37,0	20,2
17096	Kn	6,1	11,3	9,2	11,9	3,5
17097	Kn	12,1	52,4	29,3	58,8	30,1
17098	Kn	2,3	12,6	7,2	3,3	2,0
17099	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
17100	Kn	7,1	11,7	10,0	17,1	5,0
17101	Kn	10,1	20,6	20,1	37,0	20,2
17102	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
17103	Kn	6,3	11,4	9,3	12,9	3,7

17105	Kn	12,1	52,4	29,3	58,8	30,1
17106	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
17108	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
17109	Kn	3,4	11,7	7,8	4,0	2,1
17110	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
17112	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
17113	Çk	12,2	54,6	29,6	37,0	2,8
17114	Çk	19,2	156,8	85,0	128,5	59,1
17115	Çk	14,3	91,1	34,8	46,8	6,5
17116	Çk	11,6	41,8	27,5	33,9	2,3
17117	Çk	17,5	119,8	61,0	97,3	43,9
17118	Çk	9,6	17,2	17,5	20,9	1,4
17119	Çk	8,9	14,3	14,3	17,3	1,2
17120	Çk	14,9	96,7	36,8	51,4	9,5
17121	Çk	8,1	12,6	11,8	14,5	1,1
17122	Kn	7,5	12,0	10,6	19,3	5,9
17123	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
17124	Kn	9,1	15,0	15,1	29,2	12,9
17125	Çk	13,9	86,3	33,7	44,5	5,2
17126	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0
17128	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
17129	Çk	6,5	11,4	9,4	11,4	1,0
17130	Çk	7,2	11,8	10,1	12,5	1,0
17131	Çk	13,9	86,3	33,7	44,5	5,2
17132	Çk	12,3	56,8	29,9	37,5	2,8
17133	Çk	14,2	90,0	34,5	46,2	6,1
17134	Çk	2,1	12,9	7,1	3,5	0,9
17135	Çk	16,2	106,1	45,0	69,2	24,2
17136	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
17137	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
17138	Kn	7,1	11,7	10,0	17,1	5,0
17139	Kn	5,8	11,3	9,0	10,5	3,2
17140	Kn	10,8	28,2	23,9	43,5	24,7
17141	Kn	10,3	22,4	21,2	38,8	21,6
17142	Kn	7,1	11,7	10,0	17,1	5,0
17143	Çk	10,1	20,6	20,1	24,1	1,6
17144	Çk	15,3	99,7	38,7	55,6	12,6
17145	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
17146	Çk	8,2	12,8	12,0	14,8	1,1
17147	Çk	5,9	11,3	9,0	10,5	0,9
17148	Çk	8,2	12,8	12,0	14,8	1,1
17149	Kn	13,8	85,0	33,5	86,4	36,8
17150	Çk	17,3	117,0	58,1	92,7	41,3
18001	Kn	6,5	11,4	9,4	13,9	4,0

18002	Kn	6,3	11,4	9,3	12,9	3,7
18003	Kn	15,5	101,1	39,8	122,9	56,1
18004	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
18005	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
18006	Kn	7,0	11,6	9,9	16,5	4,8
18007	Kn	5,9	11,3	9,0	11,0	3,3
18008	Kn	4,7	11,3	8,5	6,4	2,4
18009	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
18010	Kn	7,9	12,4	11,3	21,6	7,0
18011	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
18012	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
18013	Kn	8,7	13,8	13,6	26,5	10,5
18014	Çk	6,4	11,4	9,4	11,3	1,0
18015	Kn	5,9	11,3	9,0	11,0	3,3
18016	Kn	7,6	12,1	10,8	19,8	6,1
18017	Kn	6,1	11,3	9,2	11,9	3,5
18018	Kn	8,2	12,8	12,0	23,4	8,1
18019	Çk	2,3	12,6	7,2	3,7	0,9
18020	Çk	4,8	11,3	8,5	8,5	0,9
18021	Kn	6,6	11,5	9,5	14,4	4,2
18022	Çk	30,9	507,5	256,8	350,5	195,8
18023	Çk	40,4	788,2	437,1	788,4	398,5
18024	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
18025	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
18026	Kn	10,3	22,4	21,2	38,8	21,6
18027	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
18028	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
18029	Kn	13,2	75,3	32,1	75,6	33,8
18030	Çk	15,6	101,8	40,4	59,5	15,8
18031	Çk	28,7	486,2	184,9	274,5	142,6
18033	Kn	6,7	11,5	9,6	14,9	4,3
18034	Çk	22,1	217,7	113,5	164,5	86,3
18035	Kn	6,7	11,5	9,6	14,9	4,3
18036	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
18037	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
18038	Çk	26,1	391,2	158,5	248,5	104,8
18039	Kn	5,4	11,3	8,8	8,8	2,8
18040	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
18041	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
18042	Kn	5,4	11,3	8,8	8,8	2,8
18043	Çk	4,1	11,4	8,2	6,9	0,9
18044	Çk	10,3	22,4	21,2	25,5	1,7
18045	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
18046	Kn	8,7	13,8	13,6	26,5	10,5

18047	Çk	24,3	276,4	143,0	217,1	113,3
18048	Çk	28,1	476,3	175,2	267,0	129,0
18049	Çk	26,3	404,0	159,8	250,7	104,7
18050	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
18051	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
18052	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
18053	Çk	6,1	11,3	9,2	10,8	0,9
18054	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
18055	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
18056	Kn	3,4	11,7	7,8	4,0	2,1
18057	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
18058	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
18059	Çk	6,9	11,6	9,8	12,0	1,0
18060	Kn	9,4	16,2	16,5	31,4	15,0
18061	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
18062	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
18063	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
18064	Çk	6,4	11,4	9,4	11,3	1,0
18065	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
18066	Kn	7,7	12,2	10,9	20,4	6,4
18067	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
18068	Çk	8,4	13,1	12,6	15,4	1,1
18069	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
18070	Çk	24,2	271,7	141,8	214,6	112,7
18071	Çk	12,3	56,8	29,9	37,5	2,8
18072	Çk	22,4	222,4	117,3	170,4	90,2
18073	Kn	7,2	11,8	10,1	17,6	5,2
18074	Kn	6,3	11,4	9,3	12,9	3,7
18075	Çk	22,3	220,8	116,0	168,3	88,9
18076	Kn	7,2	11,8	10,1	17,6	5,2
18077	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
18078	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
18079	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
18080	Çk	35,6	729,2	347,4	665,8	272,3
18081	Kn	2,3	12,6	7,2	3,3	2,0
18082	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
18083	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
18084	Kn	2,8	12,1	7,5	3,5	2,0
18085	Çk	4,6	11,3	8,4	8,1	0,9
18086	Çk	6,2	11,4	9,2	11,0	0,9
18087	Kn	8,5	13,3	12,9	25,2	9,5
18088	Çk	20,3	185,4	96,0	141,0	67,5
18089	Çk	32,2	534,8	304,6	455,0	223,5
18090	Çk	9,5	16,7	17,0	20,3	1,4

18091	Çk	5,4	11,3	8,8	9,7	0,9
18092	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
18093	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
18094	Çk	4,6	11,3	8,4	8,1	0,9
18095	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
18096	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
18097	Çk	28,0	474,2	173,9	265,9	126,8
18098	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
18099	Kn	3,9	11,5	8,1	4,6	2,1
18100	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
18101	Kn	5,3	11,3	8,7	8,4	2,7
18102	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
18103	Kn	39,0	780,6	382,5	1.104,8	520,4
18104	Kn	7,5	12,0	10,6	19,3	5,9
18105	Çk	8,5	13,3	12,9	15,7	1,2
18106	Kn	6,0	11,3	9,1	11,5	3,4
18107	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
18108	Kn	5,3	11,3	8,7	8,4	2,7
18109	Çk	42,7	865,7	559,1	878,0	450,0
18110	Çk	4,5	11,3	8,4	7,9	0,9
18111	Çk	31,8	523,4	291,7	418,8	215,5
18112	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
18113	Kn	9,5	16,7	17,0	32,2	15,7
18114	Kn	8,9	14,3	14,3	27,9	11,7
18115	Kn	10,3	22,4	21,2	38,8	21,6
18116	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
18117	Kn	6,6	11,5	9,5	14,4	4,2
18118	Kn	11,9	48,1	28,6	56,2	29,5
18119	Kn	12,4	59,0	30,2	63,0	31,0
18120	Kn	7,6	12,1	10,8	19,8	6,1
18121	Kn	15,3	99,7	38,7	118,2	53,0
18122	Kn	11,5	39,9	27,1	51,2	28,0
18123	Kn	10,9	29,6	24,4	44,6	25,2
18124	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
18125	Kn	14,8	95,9	36,4	106,9	46,0
19001	Kn	6,1	11,3	9,2	11,9	3,5
19002	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
19003	Kn	3,5	11,6	7,9	4,1	2,1
19004	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
19005	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
19006	Kn	8,9	14,3	14,3	27,9	11,7
19007	Kn	8,3	13,0	12,3	24,0	8,5
19008	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
19009	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5

19010	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
19011	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
19012	Kn	10,9	29,6	24,4	44,6	25,2
19013	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
19014	Çk	34,7	680,9	342,9	637,9	262,4
19015	Çk	18,9	148,9	81,3	124,2	56,8
19016	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
19017	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
19018	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
19019	Kn	2,8	12,1	7,5	3,5	2,0
19020	Kn	9,3	15,7	16,0	30,7	14,3
19021	Kn	8,8	14,0	13,9	27,2	11,1
19022	Kn	5,9	11,3	9,0	11,0	3,3
19023	Kn	6,5	11,4	9,4	13,9	4,0
19024	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
19025	Kn	10,7	26,9	23,4	42,6	24,1
19026	Kn	7,2	11,8	10,1	17,6	5,2
19027	Kn	7,4	11,9	10,4	18,7	5,6
19028	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
19029	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
19030	Çk	14,2	90,0	34,5	46,2	6,1
19031	Çk	12,3	56,8	29,9	37,5	2,8
19032	Çk	14,7	95,0	36,0	49,7	8,3
19033	Kn	9,4	16,2	16,5	31,4	15,0
19034	Kn	6,5	11,4	9,4	13,9	4,0
19035	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
19036	Çk	17,9	126,4	67,0	106,1	48,3
19037	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
19038	Kn	8,1	12,6	11,8	22,8	7,7
19039	Kn	3,9	11,5	8,1	4,6	2,1
19040	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
19041	Kn	5,3	11,3	8,7	8,4	2,7
19042	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
19043	Kn	9,2	15,3	15,6	30,0	13,6
19044	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
19045	Kn	8,8	14,0	13,9	27,2	11,1
19046	Kn	8,8	14,0	13,9	27,2	11,1
19047	Kn	4,7	11,3	8,5	6,4	2,4
19048	Kn	2,3	12,6	7,2	3,3	2,0
19049	Çk	24,4	281,3	144,2	219,4	113,6
19050	Çk	18,8	146,3	80,0	122,7	56,1
19051	Çk	13,3	77,1	32,3	41,7	4,0
19052	Çk	26,7	427,0	162,4	254,5	106,6
19053	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0

19054	Kn	2,9	12,0	7,5	3,6	2,0
19055	Kn	9,2	15,3	15,6	30,0	13,6
19056	Kn	8,3	13,0	12,3	24,0	8,5
19057	Kn	9,7	17,8	18,0	33,7	17,2
19058	Kn	14,2	90,0	34,5	94,2	39,7
19059	Kn	6,1	11,3	9,2	11,9	3,5
19060	Kn	5,4	11,3	8,8	8,8	2,8
19061	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
19062	Kn	14,2	90,0	34,5	94,2	39,7
19063	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
19064	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
19065	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
19066	Kn	5,6	11,3	8,9	9,7	3,0
19067	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
19068	Kn	2,1	12,9	7,1	3,3	2,0
19069	Kn	1,8	13,4	6,9	3,2	2,0
19070	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
19071	Kn	2,2	12,7	7,1	3,3	2,0
19072	Kn	5,2	11,3	8,7	8,1	2,7
19073	Kn	3,9	11,5	8,1	4,6	2,1
19074	Çk	32,7	554,3	317,6	501,5	232,8
19075	Çk	29,5	494,5	204,5	290,6	162,1
19076	Çk	18,2	132,3	71,5	112,2	51,2
19077	Çk	32,0	528,7	298,4	436,6	219,6
19078	Kn	7,2	11,8	10,1	17,6	5,2
19079	Çk	18,9	148,9	81,3	124,2	56,8
19080	Kn	8,9	14,3	14,3	27,9	11,7
19081	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
19082	Kn	5,6	11,3	8,9	9,7	3,0
19083	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
19084	Çk	20,7	194,2	99,5	145,1	71,0
19085	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
19086	Çk	21,5	208,5	106,9	154,9	79,1
19087	Çk	16,2	106,1	45,0	69,2	24,2
19088	Kn	14,4	92,2	35,1	98,3	41,6
19089	Kn	4,0	11,4	8,1	4,8	2,2
19090	Kn	2,6	12,3	7,3	3,4	2,0
19091	Kn	3,5	11,6	7,9	4,1	2,1
19092	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
19093	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
19094	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
19095	Kn	7,3	11,8	10,3	18,2	5,4
19096	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
19097	Kn	8,8	14,0	13,9	27,2	11,1

19098	Kn	11,3	36,1	26,3	48,9	27,2
19099	Çk	31,8	523,4	291,7	418,8	215,5
19100	Kn	13,4	78,8	32,6	79,1	34,7
19101	Kn	10,2	21,4	20,7	37,9	20,9
19102	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
19103	Çk	33,0	569,1	323,8	528,5	238,0
19104	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
19105	Kn	12,9	69,6	31,4	70,7	32,7
19106	Çk	10,4	23,4	21,8	26,1	1,7
19107	Çk	17,6	121,3	62,5	99,5	45,1
19108	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
19109	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
19110	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
19111	Çk	16,3	106,9	46,0	71,1	25,8
19112	Kn	7,3	11,8	10,3	18,2	5,4
19113	Kn	8,4	13,1	12,6	24,6	9,0
19114	Kn	8,1	12,6	11,8	22,8	7,7
19115	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
19116	Kn	7,2	11,8	10,1	17,6	5,2
19118	Kn	6,4	11,4	9,4	13,4	3,9
19119	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
19120	Kn	2,8	12,1	7,5	3,5	2,0
19121	Çk	19,7	170,3	90,4	134,6	62,8
19122	Çk	5,2	11,3	8,7	9,3	0,9
19124	Kn	4,4	11,3	8,3	5,6	2,3
19125	Çk	29,5	494,5	204,5	290,6	162,1
19126	Kn	7,5	12,0	10,6	19,3	5,9
19127	Çk	13,5	80,5	32,8	42,6	4,3
20001	Çk	55,2	2.518,8	1.220,6	1.509,1	669,6
20002	Kn	12,6	63,4	30,7	66,0	31,7
20003	Çk	36,9	764,7	353,6	688,9	285,7
20004	Kn	3,1	11,9	7,6	3,7	2,0
20005	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
20006	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
20007	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
20008	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
20009	Kn	3,9	11,5	8,1	4,6	2,1
20010	Kn	3,9	11,5	8,1	4,6	2,1
20011	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
20012	Kn	2,8	12,1	7,5	3,5	2,0
20013	Kn	5,9	11,3	9,0	11,0	3,3
20014	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
20015	Çk	51,5	1.444,8	491,8	1.218,7	523,9
20016	Kn	7,9	12,4	11,3	21,6	7,0

20017	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
20018	Kn	5,1	11,3	8,6	7,7	2,6
20019	Kn	6,4	11,4	9,4	13,4	3,9
20020	Kn	3,9	11,5	8,1	4,6	2,1
20021	Kn	6,4	11,4	9,4	13,4	3,9
20022	Kn	4,7	11,3	8,5	6,4	2,4
20023	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
20024	Kn	3,0	11,9	7,6	3,7	2,0
20025	Kn	10,1	20,6	20,1	37,0	20,2
20026	Kn	7,8	12,3	11,1	21,0	6,7
20027	Kn	9,2	15,3	15,6	30,0	13,6
20028	Kn	9,9	19,1	19,0	35,3	18,7
20029	Kn	14,6	94,1	35,7	102,5	43,6
20030	Kn	9,3	15,7	16,0	30,7	14,3
20033	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
20034	Kn	9,3	15,7	16,0	30,7	14,3
20035	Kn	10,9	29,6	24,4	44,6	25,2
20036	Kn	8,3	13,0	12,3	24,0	8,5
20037	Kn	12,4	59,0	30,2	63,0	31,0
20038	Kn	10,4	23,4	21,8	39,7	22,2
20039	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0
20040	Kn	5,0	11,3	8,6	7,4	2,5
20041	Kn	6,5	11,4	9,4	13,9	4,0
20042	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
20043	Kn	3,6	11,6	7,9	4,2	2,1
20045	Kn	3,3	11,7	7,7	3,9	2,0
20046	Kn	10,3	22,4	21,2	38,8	21,6
20047	Kn	20,5	190,0	97,7	252,8	112,4
20048	Kn	8,7	13,8	13,6	26,5	10,5
20049	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
20050	Kn	9,5	16,7	17,0	32,2	15,7
20051	Çk	12,3	56,8	29,9	37,5	2,8
20052	Kn	57,5	1.403,2	1.141,8	2.521,8	1.347,8
20053	Kn	2,7	12,2	7,4	3,5	2,0
20054	Kn	5,4	11,3	8,8	8,8	2,8
20055	Kn	13,4	78,8	32,6	79,1	34,7
20056	Kn	27,0	441,6	164,5	460,1	284,9
20057	Kn	3,2	11,8	7,7	3,8	2,0
20058	Kn	7,5	12,0	10,6	19,3	5,9
20059	Kn	16,1	105,3	44,2	137,6	65,6
20061	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
20062	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
20063	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
20064	Kn	2,0	13,0	7,0	3,3	2,0

20065	Kn	2,8	12,1	7,5	3,5	2,0
20066	Kn	2,3	12,6	7,2	3,3	2,0
20067	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
20068	Kn	18,7	143,8	78,6	206,6	93,3
20069	Çk	12,3	56,8	29,9	37,5	2,8
20070	Kn	9,4	16,2	16,5	31,4	15,0
20071	Kn	8,8	14,0	13,9	27,2	11,1
20072	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
20073	Kn	8,9	14,3	14,3	27,9	11,7
20074	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
20075	Kn	4,7	11,3	8,5	6,4	2,4
20076	Kn	8,7	13,8	13,6	26,5	10,5
20077	Kn	10,3	22,4	21,2	38,8	21,6
20078	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5
20079	Kn	12,6	63,4	30,7	66,0	31,7
20080	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
20081	Kn	9,5	16,7	17,0	32,2	15,7
20082	Çk	7,5	12,0	10,6	13,1	1,0
20083	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
20084	Kn	5,3	11,3	8,7	8,4	2,7
20085	Kn	8,7	13,8	13,6	26,5	10,5
20086	Kn	2,5	12,4	7,3	3,4	2,0
20087	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
20088	Kn	11,4	38,0	26,7	50,0	27,6
20089	Kn	13,9	86,3	33,7	88,3	37,5
20091	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
20092	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
20093	Çk	54,7	2.314,6	1.127,0	1.482,8	677,4
20094	Kn	4,3	11,4	8,3	5,4	2,2
20095	Kn	1,9	13,2	7,0	3,2	2,0
20096	Çk	54,5	2.213,8	1.078,6	1.471,8	677,9
20097	Kn	4,2	11,4	8,2	5,2	2,2
20098	Kn	7,9	12,4	11,3	21,6	7,0
20099	Çk	35,7	733,3	347,8	668,1	273,3
20100	Kn	11,2	34,4	25,8	47,8	26,7
20101	Kn	12,3	56,8	29,9	61,6	30,7
20102	Kn	20,1	180,6	94,2	242,9	107,2
20103	Kn	11,6	41,8	27,5	52,4	28,4
20104	Kn	12,4	59,0	30,2	63,0	31,0
20105	Kn	4,5	11,3	8,4	5,9	2,3
20106	Kn	4,9	11,3	8,5	7,0	2,5
20107	Kn	8,4	13,1	12,6	24,6	9,0
20108	Kn	4,6	11,3	8,4	6,1	2,4
20109	Kn	9,6	17,2	17,5	32,9	16,5

20110	Çk	21,3	205,2	104,9	152,2	76,9
20111	Kn	11,3	36,1	26,3	48,9	27,2
20112	Kn	5,5	11,3	8,8	9,2	2,9
20113	Kn	8,4	13,1	12,6	24,6	9,0
20114	Kn	2,9	12,0	7,5	3,6	2,0
20115	Kn	5,7	11,3	8,9	10,1	3,1
20116	Kn	8,3	13,0	12,3	24,0	8,5
20117	Kn	6,6	11,5	9,5	14,4	4,2
20118	Çk	4,1	11,4	8,2	6,9	0,9
20119	Kn	9,4	16,2	16,5	31,4	15,0
20120	Kn	3,8	11,5	8,0	4,5	2,1
20121	Kn	6,5	11,4	9,4	13,9	4,0
20122	Kn	6,2	11,4	9,2	12,4	3,6
20123	Kn	14,7	95,0	36,0	104,7	44,8
20124	Çk	46,3	1.226,2	527,8	1.002,1	457,8
20125	Çk	54,5	2.213,8	1.078,6	1.471,8	677,9
20126	Kn	14,9	96,7	36,8	109,1	47,3
20127	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
20128	Kn	11,2	34,4	25,8	47,8	26,7
20129	Kn	15,3	99,7	38,7	118,2	53,0
20130	Kn	8,6	13,6	13,2	25,9	10,0
20131	Kn	3,4	11,7	7,8	4,0	2,1
20133	Kn	13,9	86,3	33,7	88,3	37,5
20134	Kn	6,4	11,4	9,4	13,4	3,9
20135	Kn	10,4	23,4	21,8	39,7	22,2
20136	Kn	3,7	11,5	8,0	4,3	2,1
20137	Kn	4,1	11,4	8,2	5,0	2,2
20138	Kn	6,0	11,3	9,1	11,5	3,4
20139	Kn	5,9	11,3	9,0	11,0	3,3
20141	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
20142	Çk	16,8	111,3	51,5	81,4	33,9
21001	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
21002	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
21003	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
21004	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
21005	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
21006	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
21007	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
21008	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
21009	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
21010	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
21011	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
21012	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
21013	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1

21014	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
21015	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
21016	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
21017	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
21018	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
21019	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
21020	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
21021	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
21022	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
21023	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
21024	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
21025	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
21026	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
21027	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
21028	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
21029	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
21030	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
21031	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
21032	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
21033	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
22001	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
22002	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
22003	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
22004	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
22005	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
22006	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
22007	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
22008	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
22009	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
22010	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
22011	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
22012	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
22013	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
22014	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
22015	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
23001	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
23002	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
23003	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
23004	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
23005	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
23006	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23007	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23008	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23009	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1

23010	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23011	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
23012	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
23013	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23014	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
23018	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
23019	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23020	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23021	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23022	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
23023	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23024	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
23025	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
23026	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
23027	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
23028	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
23029	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
23030	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
23031	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
23032	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
23033	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
23034	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
23035	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
23038	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
23039	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
23040	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
23041	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
23042	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
23043	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
23044	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
23045	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
23046	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
23047	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
23048	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
23049	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
23050	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
23051	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
23052	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
23053	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
23054	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
23055	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
23056	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
23057	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
23058	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5

23059	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
23060	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
23061	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
23062	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
23063	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23064	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
23066	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
23067	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
23068	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
24001	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
24002	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
24003	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
24004	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
24005	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
24006	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
24007	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
24008	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
25001	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
25002	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
25003	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
25004	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
25005	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
25006	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
25007	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
26001	Çk	54,0	1.969,5	941,9	1.441,6	676,4
26002	Çk	43,0	895,1	568,8	887,2	451,8
26003	Çk	32,0	528,7	298,4	436,6	219,6
26004	Çk	44,0	1.069,4	584,0	919,0	455,2
26005	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
26006	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
26007	Çk	51,0	1.411,1	464,8	1.175,1	487,5
26008	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
26009	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
26010	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
26011	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
26012	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
26013	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
26014	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
26015	Kn	32,0	528,7	298,4	346,8	283,5
26017	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
26018	Çk	59,0	2.294,3	966,3	1.867,8	719,9
26019	Kn	19,0	151,5	82,5	214,5	95,8
26020	Çk	43,0	895,1	568,8	887,2	451,8
26021	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6

26022	Kn	18,0	187,7	87,5	187,7	87,5
27001	Çk	42,0	822,5	527,9	854,8	443,2
27002	Çk	43,0	895,1	568,8	887,2	451,8
27003	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
27004	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
27005	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
27006	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
27008	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
27009	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
27010	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
27012	Çk	35,0	699,3	344,6	648,9	265,8
27013	Çk	33,0	569,1	323,8	528,5	238,0
27015	Çk	41,0	795,4	470,7	815,1	421,5
27016	Çk	33,0	569,1	323,8	528,5	238,0
27017	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
27019	Kn	33,0	569,1	323,8	440,2	312,7
27022	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
27023	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
27025	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
27027	Çk	48,0	1.030,4	459,1	1.045,7	458,6
28001	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
28002	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
28003	Çk	35,0	699,3	344,6	648,9	265,8
28004	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
28005	Çk	50,0	1.336,4	439,7	1.109,9	463,1
28006	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
28007	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
28008	Çk	41,0	795,4	470,7	815,1	421,5
28009	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
28010	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
28011	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
28012	Çk	32,0	528,7	298,4	436,6	219,6
28013	Çk	37,0	766,2	354,2	690,4	286,8
28014	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
28015	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
28016	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
28017	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
28018	Çk	35,0	699,3	344,6	648,9	265,8
28019	Çk	33,0	569,1	323,8	528,5	238,0
28020	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
28021	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
28022	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
28023	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
29001	Çk	58,0	1.663,7	1.072,9	1.743,5	1.231,6

29002	Çk	60,0	2.399,2	911,9	1.968,3	1.145,1
29003	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
29004	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
29005	Çk	58,0	1.663,7	1.072,9	1.743,5	1.231,6
29006	Çk	57,0	1.502,0	1.208,5	1.631,7	23,9
29007	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
29008	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
29009	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
29010	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
29011	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
29012	Çk	38,0	775,9	363,6	707,3	302,2
29013	Çk	38,0	775,9	363,6	707,3	302,2
29014	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
29015	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
29016	Çk	41,0	795,4	470,7	815,1	421,5
29017	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
29018	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
29019	Çk	33,0	569,1	323,8	528,5	238,0
29020	Çk	51,0	1.411,1	464,8	1.175,1	487,5
30001	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
30002	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
30003	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
30004	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
30005	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
30006	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
30007	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
30008	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
30009	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
30010	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
30011	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30012	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30013	Kn	19,0	151,5	82,5	214,5	95,8
30014	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
30015	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
30016	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
30017	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
30018	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
30019	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
30020	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
30021	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
30022	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
30023	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
30024	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
30025	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8

30026	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
30027	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
30028	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
30029	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
30030	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
30031	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30032	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
30033	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
30034	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
30035	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
30036	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
30037	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30038	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30039	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
30040	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30041	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30042	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
30043	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
30044	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
30045	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30046	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
30047	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
30048	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
30049	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
30050	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
30051	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
30052	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
30053	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
30054	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
30055	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30056	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
30057	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
30058	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
31001	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
31002	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
31003	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
31004	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
31005	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
31006	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
31007	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
31008	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
31009	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
31010	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
31011	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3

31012	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
31013	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
31014	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
31015	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
31016	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
31017	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
31018	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
31019	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
31020	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
31021	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
31022	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
31023	Kn	19,0	149,7	79,9	149,7	79,9
31024	Kn	13,0	98,6	38,5	98,6	38,5
31025	Kn	11,0	30,7	22,6	30,7	22,6
31026	Kn	8,0	12,5	8,7	12,5	8,7
32001	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
32002	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
32004	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
32005	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
32009	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
32011	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
32013	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
32014	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
32015	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
32017	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
32018	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
32019	Kn	19,0	151,5	82,5	214,5	95,8
32020	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
32021	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
32022	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
32023	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
32024	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
33001	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
33002	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
33003	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
33004	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
33005	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
33006	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
33007	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
33008	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
33009	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
33010	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
33011	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
33012	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6

33013	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
33014	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
33015	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
33016	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
33017	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
33018	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
34001	Çk	35,0	699,3	344,6	648,9	265,8
34002	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
34003	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34004	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
34005	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34006	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
34007	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
34008	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
34009	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34010	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
34011	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
34012	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34013	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34014	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34015	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34016	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
34017	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34018	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34019	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
34020	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
34021	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
35001	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
35002	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
35003	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
35004	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
35005	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
35006	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
35007	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
35008	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
35009	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
35010	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
35011	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
35015	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
35016	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
35017	Kn	25,0	316,0	150,3	417,2	220,6
35018	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
35019	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
35020	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8

35021	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
35025	Kn	25,0	316,0	150,3	417,2	220,6
35026	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
35027	Çk	28,0	474,2	173,9	265,9	126,8
35030	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
35033	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
35036	Çk	35,0	699,3	344,6	648,9	265,8
35037	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
35038	Çk	31,0	508,8	260,9	356,9	198,1
35039	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
36001	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
36002	Çk	46,0	1.328,0	540,7	992,1	457,6
36003	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
36004	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
36005	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
36006	Çk	38,0	775,9	363,6	707,3	302,2
36007	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
36008	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
36009	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
36010	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
36011	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
36012	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
36013	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
36014	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
36015	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
36016	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
36017	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
36018	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
36019	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
36020	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
36021	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
36022	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
36023	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
36024	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
36025	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
36026	Çk	58,0	1.663,7	1.072,9	1.743,5	1.231,6
36027	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
36028	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
36029	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
37001	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
37002	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
37003	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
37004	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
37005	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2

37006	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
37007	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
37008	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
37016	Kn	39,0	780,6	382,5	1.104,8	520,4
37017	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
37025	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
37026	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
37027	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
37028	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
37029	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
37030	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
37031	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
37032	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
37033	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
37034	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
37035	Çk	28,0	474,2	173,9	265,9	126,8
37036	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
37037	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
37038	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
37039	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
37040	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
37041	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
37042	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
37043	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
37044	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
37045	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
37046	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
37047	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
37048	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
37049	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
37050	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
37051	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
37052	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
37053	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
37054	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
38001	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
38002	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
38003	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
38004	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
38005	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
38006	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
38007	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
38008	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
38013	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5

38014	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
38015	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
38016	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
38017	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
38018	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
38019	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
38020	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
38021	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
38022	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
38023	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
38024	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
38025	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
38026	Kn	19,0	151,5	82,5	214,5	95,8
38027	Kn	29,0	489,8	191,3	526,7	288,0
38028	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
38029	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
38030	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
38031	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
38032	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
38033	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
38034	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
38035	Kn	27,0	441,6	164,5	460,1	284,9
38036	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
38037	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
38038	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
39001	Kn	36,0	744,0	349,1	837,1	430,2
39002	Çk	55,0	2.450,2	1.188,3	1.498,7	674,5
39003	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
39004	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
39005	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
39006	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
39007	Çk	52,0	1.486,7	533,8	1.267,1	578,2
39008	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
39009	Çk	54,0	1.969,5	941,9	1.441,6	676,4
39010	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
39011	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
39012	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
39013	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
39014	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
39015	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
39016	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
39017	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
39018	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
39019	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5

39020	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
39021	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
39022	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
40001	Kn	29,0	489,8	191,3	526,7	288,0
40002	Kn	35,0	699,3	344,6	702,6	391,3
40003	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
40004	Kn	30,0	498,7	221,1	583,8	273,2
40005	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
40006	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
40007	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
40008	Kn	33,0	569,1	323,8	440,2	312,7
40009	Kn	30,0	498,7	221,1	583,8	273,2
40010	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
40011	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
40012	Kn	19,0	151,5	82,5	214,5	95,8
40013	Çk	49,0	1.208,5	439,5	1.070,8	459,4
40014	Çk	41,0	795,4	470,7	815,1	421,5
40015	Kn	31,0	508,8	260,9	669,9	269,5
40016	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
40017	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
40018	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
40019	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
40020	Çk	79,0	2.079,8	1.678,1	3.681,8	1.259,0
40021	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
40022	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
41001	Çk	49,0	1.208,5	439,5	1.070,8	459,4
41002	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
41004	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
41005	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
41006	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
41007	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
41008	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
41009	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
41010	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
41011	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
41012	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
41013	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
41014	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
41015	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
41016	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
41017	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
41018	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
41019	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
41020	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4

41021	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
41022	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
41023	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
41024	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
41025	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
41026	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
41027	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
41028	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
41029	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
41030	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
41031	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
41032	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
41033	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
41034	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
41035	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
41036	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
41037	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
41038	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
41039	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
41040	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
41041	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
41042	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
41043	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
41044	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
41045	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
42001	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
42002	Çk	78,0	2.079,8	1.678,1	3.681,8	1.259,0
42003	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
42004	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
42005	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
42006	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
42007	Çk	53,0	1.637,4	685,9	1.364,1	657,9
42008	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
42009	Çk	38,0	775,9	363,6	707,3	302,2
42010	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
42011	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
42012	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
42013	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
42014	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
42015	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
42016	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
42017	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
42018	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
42019	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3

42020	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
42021	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
42022	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
42023	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
42024	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
42025	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
43001	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
43002	Çk	49,0	1.208,5	439,5	1.070,8	459,4
43003	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
43004	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
43005	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
43006	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
43007	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
43008	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
43009	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
43010	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
43011	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
43012	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
43013	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
43014	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
43015	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
43016	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
43017	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
43018	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
43024	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
43025	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
43026	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
43027	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
44001	Çk	58,0	1.663,7	1.072,9	1.743,5	1.231,6
44002	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
44003	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
44004	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
44005	Çk	60,0	2.399,2	911,9	1.968,3	1.145,1
44006	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
44007	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
44008	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
44009	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
44010	Çk	87,0	2.079,8	1.678,1	3.681,8	1.259,0
44011	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
44012	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
44013	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
44014	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
44015	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
44016	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8

44017	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
44018	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
44019	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
44020	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
44021	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
44022	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
44023	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
44024	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
44025	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
44026	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
44027	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
44028	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
44029	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
44030	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
44031	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
44032	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
44033	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
44034	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
44035	Çk	55,0	2.450,2	1.188,3	1.498,7	674,5
44036	Çk	47,0	1.012,7	496,5	1.022,2	458,2
44037	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
44038	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
44039	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
44040	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
45001	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
45002	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
45003	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
45004	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
45005	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
45006	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
45007	Çk	28,0	474,2	173,9	265,9	126,8
45008	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
45009	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
45010	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
45011	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
45012	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
45013	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
45014	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
45015	Çk	31,0	508,8	260,9	356,9	198,1
45016	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
45017	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
45018	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
45019	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
45020	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4

45021	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
45022	Çk	32,0	528,7	298,4	436,6	219,6
45023	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
45024	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
45025	Çk	31,0	508,8	260,9	356,9	198,1
45026	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
45027	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
45028	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
45029	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
45030	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
45031	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
45032	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
45033	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
45034	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
45035	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
45036	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
45037	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
45038	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
45039	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
45040	Çk	31,0	508,8	260,9	356,9	198,1
45041	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
45042	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
45043	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
45044	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
45045	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
45046	Çk	28,0	474,2	173,9	265,9	126,8
45047	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
45048	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
45049	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
45050	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
45051	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
45052	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
45053	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
45054	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
45055	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
45056	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
45057	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
45058	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
45059	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
45060	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
46001	Çk	50,0	1.336,4	439,7	1.109,9	463,1
46002	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
46003	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
46004	Çk	38,0	775,9	363,6	707,3	302,2

46005	Çk	43,0	895,1	568,8	887,2	451,8
46006	Çk	40,0	785,3	417,7	770,7	379,4
46007	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
46008	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
46009	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
46010	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
46011	Çk	40,0	785,3	417,7	770,7	379,4
46012	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
46013	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
46014	Kn	19,0	151,5	82,5	214,5	95,8
46015	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
46016	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
46017	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
46018	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
46019	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
46020	Çk	28,0	474,2	173,9	265,9	126,8
46021	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
46022	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
46023	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
46024	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
46025	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
46026	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
46027	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
46028	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
46029	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
46030	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
46031	Çk	44,0	1.069,4	584,0	919,0	455,2
46032	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
46033	Çk	37,0	766,2	354,2	690,4	286,8
46034	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
46035	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
46036	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
47001	Çk	68,0	2.080,3	1.624,2	3.676,6	1.259,0
47002	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
47003	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
47004	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
47005	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
47006	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
47007	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
47008	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
47009	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
47010	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
47011	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
47012	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0

47013	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
47014	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
47015	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
47016	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
47017	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
47018	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
47019	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
47020	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
47021	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
47022	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
47023	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
47024	Çk	57,0	1.502,0	1.208,5	1.631,7	23,9
47025	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
47026	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
47027	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
47028	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
47029	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
47030	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
47031	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
47032	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
47033	Çk	40,0	785,3	417,7	770,7	379,4
47034	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
47035	Kn	34,0	632,9	337,5	563,3	350,6
47036	Kn	33,0	569,1	323,8	440,2	312,7
47037	Kn	33,0	569,1	323,8	440,2	312,7
47038	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
47039	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
47040	Kn	36,0	744,0	349,1	837,1	430,2
48001	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
48002	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
48003	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
48004	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
48005	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
48006	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
48007	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
48008	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
48009	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
48010	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
48011	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
48012	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
48013	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
48014	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
48015	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
48016	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5

48017	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
48018	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
48019	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
48020	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
48021	Kn	25,0	316,0	150,3	417,2	220,6
48022	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
48023	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
48024	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
48025	Çk	64,0	2.099,0	1.003,8	2.436,8	1.258,9
48026	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
48027	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
48028	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
48029	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
48030	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
49001	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
49002	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
49003	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
49004	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
49005	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
49006	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
49007	Çk	17,0	85,9	37,0	85,9	37,0
49008	Çk	12,0	36,0	2,6	36,0	2,6
49009	Çk	8,0	14,2	1,1	14,2	1,1
49010	Kn	10,0	36,2	19,4	36,2	19,4
49011	Kn	18,0	187,7	87,5	187,7	87,5
49012	Kn	13,0	72,3	33,0	72,3	33,0
49014	Çk	45,0	955,3	456,8	955,3	456,8
49015	Çk	57,0	1.631,7	23,9	1.631,7	23,9
49016	Çk	53,0	1.364,1	657,9	1.364,1	657,9
49017	Kn	14,0	90,2	38,2	90,2	38,2
49018	Kn	11,0	45,6	25,8	45,6	25,8
49019	Kn	8,0	22,2	7,4	22,2	7,4
49020	Kn	15,0	111,3	48,6	111,3	48,6
49021	Kn	12,0	57,5	29,8	57,5	29,8
49022	Kn	13,0	72,3	33,0	72,3	33,0
49023	Kn	14,0	90,2	38,2	90,2	38,2
49024	Kn	14,0	90,2	38,2	90,2	38,2
49025	Kn	16,0	135,1	64,1	135,1	64,1
49026	Kn	12,0	57,5	29,8	57,5	29,8
49027	Kn	8,0	22,2	7,4	22,2	7,4
49028	Kn	12,0	57,5	29,8	57,5	29,8
49029	Kn	22,0	286,9	137,8	286,9	137,8
49030	Kn	20,0	240,4	106,0	240,4	106,0
49031	Kn	8,0	22,2	7,4	22,2	7,4

49032	Kn	25,0	417,2	220,6	417,2	220,6
49033	Kn	20,0	240,4	106,0	240,4	106,0
49034	Kn	19,0	214,5	95,8	214,5	95,8
49035	Kn	21,0	264,7	119,8	264,7	119,8
49036	Kn	13,0	72,3	33,0	72,3	33,0
49037	Kn	14,0	90,2	38,2	90,2	38,2
49038	Kn	8,0	22,2	7,4	22,2	7,4
49039	Kn	8,0	22,2	7,4	22,2	7,4
49040	Kn	22,0	286,9	137,8	286,9	137,8
49041	Kn	14,0	90,2	38,2	90,2	38,2
49042	Kn	8,0	22,2	7,4	22,2	7,4
49043	Kn	14,0	90,2	38,2	90,2	38,2
49044	Kn	10,0	36,2	19,4	36,2	19,4
49045	Kn	17,0	160,9	77,9	160,9	77,9
49046	Kn	11,0	45,6	25,8	45,6	25,8
49047	Kn	12,0	57,5	29,8	57,5	29,8
49048	Kn	9,0	28,6	12,3	28,6	12,3
49049	Çk	9,0	17,8	1,3	17,8	1,3
49050	Kn	8,0	22,2	7,4	22,2	7,4
49052	Çk	38,0	707,3	302,2	707,3	302,2
49053	Çk	32,0	436,6	219,6	436,6	219,6
49054	Çk	28,0	265,9	126,8	265,9	126,8
49055	Çk	14,0	45,1	5,5	45,1	5,5
49056	Kn	10,0	36,2	19,4	36,2	19,4
50001	Kn	42,0	822,5	527,9	1.264,6	577,1
50003	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
50004	Çk	67,0	2.081,1	1.536,3	3.632,1	1.259,0
50005	Kn	31,0	508,8	260,9	669,9	269,5
50006	Kn	29,0	489,8	191,3	526,7	288,0
50007	Çk	44,0	1.069,4	584,0	919,0	455,2
50008	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
50010	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
50012	Çk	63,0	2.125,1	928,6	2.213,8	1.258,5
50013	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
50015	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
50017	Kn	37,0	766,2	354,2	950,4	465,1
50018	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
50019	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
50020	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
50021	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
50022	Çk	58,0	1.663,7	1.072,9	1.743,5	1.231,6
50023	Çk	54,0	1.969,5	941,9	1.441,6	676,4
51001	Çk	75,0	2.079,8	1.678,0	3.681,8	1.259,0
51002	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1

51003	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
51004	Çk	54,0	1.969,5	941,9	1.441,6	676,4
51005	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
51006	Çk	56,0	2.428,5	1.276,7	1.554,0	562,9
51007	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
51008	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
51009	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
51010	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
51011	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
51012	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
51013	Kn	28,0	474,2	173,9	488,1	296,4
51014	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
51015	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
51016	Çk	62,0	2.181,6	897,7	2.105,8	1.255,9
51017	Çk	68,0	2.080,3	1.624,2	3.676,6	1.259,0
51018	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
51019	Kn	27,0	441,6	164,5	460,1	284,9
51020	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
51021	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
51022	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
51023	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
51024	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
51025	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
52001	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
52002	Kn	42,0	822,5	527,9	1.264,6	577,1
52003	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
52004	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
52005	Kn	36,0	744,0	349,1	837,1	430,2
52006	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
52007	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
52008	Kn	33,0	569,1	323,8	440,2	312,7
52009	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
52010	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
52011	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
52012	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
52013	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
52014	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
52015	Kn	32,0	528,7	298,4	346,8	283,5
52016	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
52017	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
52018	Kn	25,0	316,0	150,3	417,2	220,6
52019	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
52020	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
52021	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6

52022	Çk	90,0	2.079,8	1.678,1	3.681,8	1.259,0
52023	Çk	40,0	785,3	417,7	770,7	379,4
52024	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
52025	Çk	50,0	1.336,4	439,7	1.109,9	463,1
53001	Kn	36,0	744,0	349,1	837,1	430,2
53002	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
53003	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
53004	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
53005	Çk	31,0	508,8	260,9	356,9	198,1
53006	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
53007	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
53008	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
53009	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
53010	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
53011	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
53012	Çk	27,0	441,6	164,5	257,1	109,6
53013	Çk	59,0	2.294,3	966,3	1.867,8	719,9
53014	Çk	48,0	1.030,4	459,1	1.045,7	458,6
53015	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
53016	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
53017	Kn	32,0	528,7	298,4	346,8	283,5
53019	Çk	54,0	1.969,5	941,9	1.441,6	676,4
53020	Çk	67,0	2.081,1	1.536,3	3.632,1	1.259,0
54001	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
54002	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
54003	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
54004	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
54005	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
54006	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
54007	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
54008	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
54009	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
54010	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
54011	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
54014	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
54017	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
54018	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
54019	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
54020	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
54022	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
54023	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
54024	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
54025	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
54026	Çk	31,0	508,8	260,9	356,9	198,1

54027	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
54028	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
54029	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
54030	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
54031	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
54032	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
54033	Çk	47,0	1.012,7	496,5	1.022,2	458,2
54034	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
54036	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
54037	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
54038	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
54039	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
54040	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
54041	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
54042	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
54043	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
54044	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
54045	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
54046	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
54048	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
54049	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
54050	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
54052	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
54054	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
54055	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
54056	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
54057	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
54058	Çk	28,0	474,2	173,9	265,9	126,8
55001	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
55002	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
55003	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
55004	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
55005	Çk	50,0	1.336,4	439,7	1.109,9	463,1
55008	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
55009	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
55010	Çk	68,0	2.080,3	1.624,2	3.676,6	1.259,0
55011	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
55012	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
55013	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
55014	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
55015	Çk	57,0	1.502,0	1.208,5	1.631,7	23,9
55016	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
55017	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
55018	Çk	59,0	2.294,3	966,3	1.867,8	719,9

55019	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
55020	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
55021	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
55022	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
55023	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
55024	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
55026	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
55027	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
55028	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
55029	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
55030	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
55031	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
55032	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
55034	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
56001	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
56002	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
56003	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
56004	Çk	108,0	2.079,8	1.678,1	3.681,8	1.259,0
56005	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
56006	Kn	37,0	766,2	354,2	950,4	465,1
56007	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
56008	Kn	27,0	441,6	164,5	460,1	284,9
56009	Kn	31,0	508,8	260,9	669,9	269,5
56010	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
56011	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
56012	Kn	23,0	233,4	125,5	323,2	160,0
56013	Kn	26,0	384,5	157,9	437,6	256,0
56014	Kn	25,0	316,0	150,3	417,2	220,6
56015	Kn	29,0	489,8	191,3	526,7	288,0
56016	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
56017	Çk	57,0	1.502,0	1.208,5	1.631,7	23,9
56018	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
56019	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
56020	Çk	80,0	2.079,8	1.678,1	3.681,8	1.259,0
56022	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
56023	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
56024	Çk	46,0	1.328,0	540,7	992,1	457,6
57001	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
57002	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
57003	Kn	60,0	2.399,2	911,9	2.561,9	1.455,0
57004	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
57005	Çk	38,0	775,9	363,6	707,3	302,2
57006	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
57007	Çk	55,0	2.450,2	1.188,3	1.498,7	674,5

57008	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
57009	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
57010	Kn	46,0	1.328,0	540,7	1.530,8	651,3
57011	Kn	45,0	1.342,3	573,6	1.537,7	629,0
57012	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
57013	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
57014	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
57015	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
57016	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
57017	Kn	40,0	785,3	417,7	1.159,1	541,8
57018	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
57019	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
57020	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
57021	Kn	22,0	286,9	137,8	286,9	137,8
57022	Kn	12,0	57,5	29,8	57,5	29,8
58001	Çk	53,0	1.637,4	685,9	1.364,1	657,9
58002	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
58003	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
58004	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
58005	Çk	56,0	2.428,5	1.276,7	1.554,0	562,9
58006	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
58007	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
58008	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
58009	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
58010	Çk	42,0	822,5	527,9	854,8	443,2
58011	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
58012	Kn	25,0	316,0	150,3	417,2	220,6
58013	Kn	29,0	489,8	191,3	526,7	288,0
58014	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
58015	Kn	29,0	489,8	191,3	526,7	288,0
58016	Çk	45,0	1.342,3	573,6	955,3	456,8
58017	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
58018	Çk	44,0	1.069,4	584,0	919,0	455,2
58019	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
58020	Çk	54,0	1.969,5	941,9	1.441,6	676,4
58021	Kn	28,0	474,2	173,9	488,1	296,4
58022	Çk	44,0	1.069,4	584,0	919,0	455,2
58023	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
58024	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
58025	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
58026	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
58027	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
59001	Kn	53,0	1.637,4	685,9	2.203,1	1.071,2
59002	Kn	32,0	528,7	298,4	346,8	283,5

59003	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
59004	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
59005	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
59006	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
59007	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
59008	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
59009	Kn	24,0	263,2	139,3	396,7	187,6
59010	Çk	34,0	632,9	337,5	603,0	253,4
59011	Kn	30,0	498,7	221,1	583,8	273,2
59012	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
59013	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
59014	Kn	32,0	528,7	298,4	346,8	283,5
59015	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
59016	Kn	30,0	498,7	221,1	583,8	273,2
59017	Kn	43,0	895,1	568,8	1.332,3	593,3
60001	Kn	21,0	200,0	102,1	264,7	119,8
60002	Kn	19,0	151,5	82,5	214,5	95,8
60003	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
60004	Kn	19,0	151,5	82,5	214,5	95,8
60005	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
60006	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
60007	Çk	48,0	1.030,4	459,1	1.045,7	458,6
60008	Kn	22,0	216,1	112,4	286,9	137,8
60009	Çk	40,0	785,3	417,7	770,7	379,4
60010	Çk	56,0	2.428,5	1.276,7	1.554,0	562,9
60011	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
60012	Kn	18,0	128,3	68,5	187,7	87,5
60013	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
60014	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
60015	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
60016	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
60017	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
60018	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
60019	Çk	36,0	744,0	349,1	674,2	276,3
60020	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
60021	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
60022	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
60023	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
60024	Çk	28,0	474,2	173,9	265,9	126,8
60025	Kn	20,0	178,1	93,3	240,4	106,0
60026	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
60027	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
60028	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
60029	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6

60030	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
60031	Çk	31,0	508,8	260,9	356,9	198,1
60032	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
60033	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
60034	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
60035	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
60036	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
60037	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
60038	Çk	27,0	441,6	164,5	257,1	109,6
60039	Çk	37,0	766,2	354,2	690,4	286,8
60040	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
60041	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
60042	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
60043	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
60044	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
60045	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
60046	Çk	37,0	766,2	354,2	690,4	286,8
60047	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
60048	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
60049	Çk	37,0	766,2	354,2	690,4	286,8
60050	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
60051	Çk	42,0	822,5	527,9	854,8	443,2
60052	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
60053	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
61001	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
61002	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
61003	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
61004	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61005	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
61006	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
61007	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61008	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61009	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61010	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61011	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61012	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61013	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
61014	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61015	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61016	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61017	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61018	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
61019	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
61020	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2

61021	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
61022	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61023	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
61024	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
61025	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61026	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
61027	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61028	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61029	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
61030	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61031	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61032	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61033	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61034	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
61035	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61036	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
61037	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
61038	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61039	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61040	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61041	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61042	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
61043	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
61044	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61045	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
61046	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
61047	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61048	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
61049	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61050	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61051	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
61052	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
61053	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
61054	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
61055	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61056	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61057	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61058	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61059	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61060	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61061	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61062	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
61063	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
61064	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6

61065	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
61066	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
61067	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
61068	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
61069	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61070	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
61071	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
61072	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
62001	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
62002	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
62003	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
62004	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
62005	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
62006	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
62007	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
62008	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
62009	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
62010	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
62011	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
62012	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
62013	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
62014	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
62015	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
62016	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
62017	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
62018	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
62019	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
62020	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
62021	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
62022	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
62023	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
62024	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
62025	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
62026	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
62027	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
62028	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
62029	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
62030	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
62031	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
62032	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
62033	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
62034	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
62035	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
62036	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3

62037	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
62038	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
62039	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
62040	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
62041	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
62042	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
62043	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
62044	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
62045	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
62046	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
62047	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
62048	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
63001	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
63002	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
63003	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
63004	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
63005	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
63006	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
63007	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
63008	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
63009	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
63010	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
63011	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
63012	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
63013	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
63014	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
63015	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
63016	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
63017	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
63018	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
63019	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
63020	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
63021	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
63022	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
63023	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
63024	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
63025	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
63026	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
63027	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
63028	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
63029	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
63030	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
63031	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
63032	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3

64001	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
64002	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
64003	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
64004	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
64005	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
64006	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
64007	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
64008	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
64009	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
64010	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
64011	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
64012	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
64013	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
64014	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64015	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
64016	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
64017	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
64018	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
64019	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
64020	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64021	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
64022	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64023	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64024	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
64025	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64026	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64027	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
64028	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
64029	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
64030	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
64031	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
64032	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
64033	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
64034	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
64035	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
64036	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64037	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
64038	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
64039	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64040	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
64041	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
64042	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
64043	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
64044	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1

64045	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
64046	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
64047	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
64048	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
64049	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
64050	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64051	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
64052	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
64053	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
64054	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
65001	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
65002	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
65003	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
65004	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
65005	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
65006	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
65007	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
65008	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
65009	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
65010	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
65011	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
65012	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
65013	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
65014	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
65015	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
65016	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
65017	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
65018	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
65019	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
65020	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
65021	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
65022	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
65023	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
65024	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
65025	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
65026	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
65027	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
65028	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
65029	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
65030	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
65031	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
66001	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
66002	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
66003	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8

66004	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
66005	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
66006	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
66007	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
66008	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
66009	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
66010	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
66011	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
66012	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
66013	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
66014	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
66015	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
66016	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
66017	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
66018	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
66019	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
66020	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
66021	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
66022	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
66023	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
66024	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
66025	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
66026	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
66027	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
66028	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
66029	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
66030	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
66031	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
66032	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
66033	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
66034	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
66035	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
66036	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
66037	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
66038	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
66039	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
66040	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
66041	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
66042	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
66043	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
66044	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
66045	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
66046	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
66047	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5

66048	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
66049	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
66050	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
66051	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
66052	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
66053	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
66054	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
66055	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
66056	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
66057	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
66058	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
66059	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
66060	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
66061	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
66062	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
66063	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
67001	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
67002	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
67003	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
67004	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
67005	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
67006	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
67007	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
67008	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
67009	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
67010	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
67011	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
67012	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
67013	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
67014	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
67015	Çk	22,0	216,1	112,4	162,8	85,0
67016	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
67017	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
67018	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
67019	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
67020	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
67021	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
67022	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
67023	Çk	27,0	441,6	164,5	257,1	109,6
67024	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
67025	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
67026	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
67027	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
67028	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6

67029	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
67030	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
67031	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
67032	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
67033	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
67034	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
67035	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
67036	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
67037	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
67038	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
67039	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
67040	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
67041	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
67042	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
67043	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
67044	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
67045	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
67046	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
67047	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
67048	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
67049	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
67050	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
67051	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
67052	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
67053	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
67054	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
67055	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
67056	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
68001	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
68002	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
68003	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
68004	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
68005	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
68006	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
68007	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
68008	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
68009	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
68010	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
68011	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
68012	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
68013	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
68014	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
68015	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
68016	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1

68017	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
68018	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
68019	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
68020	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
68021	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
68022	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
68023	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
68024	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
68025	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
68026	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
68027	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
68028	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
68029	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
68030	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
68031	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
68032	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
68033	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
68034	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
68035	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
68036	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
68037	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
68038	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
68039	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
68040	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
68041	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
68042	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
68043	Çk	16,0	104,6	43,3	65,7	21,1
68044	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
68045	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
68046	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
68047	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
68048	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
68049	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
68050	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
68051	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
68052	Çk	8,0	14,2	1,1	14,2	1,1
69001	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
69002	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
69003	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
69004	Çk	15,0	97,5	37,2	52,4	10,2
69005	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
69006	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
69007	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
69008	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3

69009	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
69010	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
69011	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
69012	Kn	13,0	71,6	31,7	72,3	33,0
69013	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
69014	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
69015	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
69016	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
69017	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
69018	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
69019	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
69020	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
69021	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
69022	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
69023	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
69024	Çk	11,0	31,1	24,9	30,2	2,0
69025	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
69026	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
69027	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
69028	Çk	20,0	178,1	93,3	137,8	65,1
69029	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
69030	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
69031	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70001	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
70002	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70003	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70004	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70005	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
70006	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70007	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
70008	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
70009	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70010	Çk	14,0	87,6	34,0	45,1	5,5
70011	Kn	15,0	97,5	37,2	111,3	48,6
70012	Kn	12,0	50,2	29,0	57,5	29,8
70013	Çk	17,0	113,4	54,0	85,9	37,0
70014	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
70015	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
70016	Çk	30,0	498,7	221,1	306,2	174,4
70017	Çk	29,0	489,8	191,3	279,5	149,8
70018	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70019	Kn	17,0	113,4	54,0	160,9	77,9
70020	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70021	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4

70022	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70023	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
70024	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
70025	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70026	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70027	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70028	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
70029	Çk	21,0	200,0	102,1	148,5	73,8
70030	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70031	Kn	14,0	87,6	34,0	90,2	38,2
70032	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70033	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70034	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
70035	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70036	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70037	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70038	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70039	Kn	16,0	104,6	43,3	135,1	64,1
70040	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
70041	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70042	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70043	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
70044	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70045	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70046	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70047	Çk	10,0	19,8	19,6	23,4	1,6
70048	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
70049	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
70050	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3
70051	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
70052	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70053	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70054	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70055	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
70056	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70057	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70058	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70059	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
70060	Kn	10,0	19,8	19,6	36,2	19,4
70061	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4
70062	Çk	25,0	316,0	150,3	232,2	112,4
70063	Çk	19,0	151,5	82,5	125,7	57,6
70064	Kn	11,0	31,1	24,9	45,6	25,8
70065	Kn	8,0	12,5	11,6	22,2	7,4

70066	Kn	9,0	14,6	14,7	28,6	12,3
70067	Çk	8,0	12,5	11,6	14,2	1,1
70068	Çk	12,0	50,2	29,0	36,0	2,6
70069	Çk	26,0	384,5	157,9	247,4	105,1
70070	Çk	18,0	128,3	68,5	108,2	49,3
70071	Çk	13,0	71,6	31,7	40,5	3,5
70072	Çk	24,0	263,2	139,3	209,6	111,2
70073	Çk	23,0	233,4	125,5	184,0	98,7
70074	Çk	9,0	14,6	14,7	17,8	1,3

ÖZGEÇMİŞ

Batuhan Ateş YILMAZ ilk ve ortaöğretimini Ankara' da tamamladıktan sonra lise öğrenimini Ankara Anadolu Meteoroloji Meslek Lisesinde tamamlamıştır. 2009 yılında Trabzon Meydan Meteoroloji Müdürlüğü'ne İstidlalci olarak ataması yapıldıktan sonra 2011 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Mühendisliği Bölümüne giriş yapıp hem okumuş hem de görevine devam etmiştir. Orman Mühendisliği Bölümü ile birlikte ikinci üniversite olarak Kamu Yönetimi Bölümünü açık öğretim fakültesinden bitirmiştir. Yüksek Lisans ve Doktora eğitimlerini KTÜ. Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Orman Amenajmanı Ana Bilim Dalında tamamlayan Batuhan Ateş YILMAZ iyi derecede İngilizce bilmektedir. Evli ve 4 çocuk babası olan Batuhan Ateş YILMAZ halihazırda Trabzon Meteoroloji Bölge Müdür Yardımcılığı görevini yürütmektedir.