Research Article
Araştırma Makalesi
DOI: 10.24011/barofd.697098

Bartın Orman Fakültesi Dergisi,
22 (3): 861-870;
15 Aralık/December, 2020

Journal of Bartin Faculty of Forestry
p-ISSN :1302-0943
e-ISSN :1308-5875

Temas Açısı Değerlerine Bağlı Ağaç Türlerinin Farklı Sınıflandırma Yöntemleri İle Tahmini

Şemsettin KILINÇARSLAN[*1], Yasemin ŞİMŞEK TÜRKER[1], Murat İNCE[2]

[1]Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32600, Isparta, Türkiye.
[2]Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı, 32600, Isparta, Türkiye.

Öz

Günümüzde çeşitli çalışmalarda bir ağaç malzemenin mekanik, kimyasal, fiziksel özellikleri, anatomisi gibi farklı özelliklerine göre ağaç türü tespit edilebilmekle birlikte bu çalışmalar hem uzun sürmekte hem de maliyet gerektirmektedir. Özellikle dış hava koşullarında kullanılan ısıl işlem görmüş ahşap malzemelerin ıslanabilirlik özelliğinin bilinmesi malzemenin bu hava şartlarında hangi alanda (havuz kenarı, sauna, dış cephe kaplaması vb.) kullanılabilirliği hususunda bilgi vermektedir. Bu çalışmada ıslanabilirlik özelliğine göre yapay sinir ağları (YSA), destek vektör makineleri (DVM), K-en yakın komşu (K-EYK) ve Naive Bayes (NB) yöntemi ile ağaç malzemenin türünün tespiti işlemi yapılmıştır. Isıl işlem görmüş ve ısıl işlem görmemiş Sedir (*Cedrus Libani*), Iroko (*Chlorophora excelsa*), Dişbudak (*Fraxinus excelsior*) ve Ladin (*Picea abies*) numunelerin damla metodu ile temas açıları belirlenmiştir. Daha sonra yapay sinir ağları (YSA), destek vektör makineleri, K-en yakın komşu ve Naive bayes sınıflandırma metotları ile ağaç türlerinin tahmini yapılmıştır. Ahşap malzemenin kolay bir metot ile ölçülen ıslanabilirlik özelliğine bağlı olarak hangi ağaç türüne ait olduğunun belirlenmesi çalışmada kullanılan bu yöntem ile hızlı, pratik ve ekonomik olacaktır. Damlatma metodu ile ağaç türünün kolaylıkla belirlenmesi, restorasyon ve güçlendirme çalışmalarına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelime: Islanabilirlik, Temas açısı, Ağaç türü, Tahmin, Sınıflandırma metotları, Makine öğrenmesi.

Prediction Using Different Classification Methods of Tree Species Depending on Contact Angle Values

Abstract

Nowadays, in various studies, the tree type can be determined according to the different properties of a tree material such as mechanical, chemical, physical properties, anatomy, but these studies are both long-lasting and require cost. Especially knowing the wettability of wooden materials used in outdoor weather conditions gives information about the usability of the material (pool edge, sauna, siding) in these weather conditions. In this study, the determination of the type of wood material was done by artificial neural networks (ANN), support vector machines (DVM), K-nearest neighbor (K-EYK) and Naive Bayes (NB) method according to the wettability feature. Contact angles of heat treated and unheat treated cedar (*Cedrus Libani*), Iroko (*Chlorophora excelsa*), Ash (*Fraxinus excelsior*) and Spruce (*Picea abies*) samples were determined. Later, artificial neural networks (ANN), support vector machines, K-nearest neighbor and Naive bayes classification methods have been estimated. It will be fast, practical and economical with this method used in the study to determine which wood species belongs to, depending on the wettability property measured by an easy method. Determination of the tree type with dropping method easily will contribute to the restoration and strengthening works.

Keywords: Wettability, Contact angle, Wood Type, Prediction, Classification methods, Machine learning.

***Sorumlu Yazar (Corresponding Author):**
Şemsettin KILINÇARSLAN (Dr.); Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 32600, Isparta, Türkiye. Tel: +90 (246) 211 1206, E-mail: semsettinkilincarslan@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3080-0215

Geliş (Received) : 02.03.2020
Kabul (Accepted) : 21.10.2020
Basım (Published) : 15.12.2020

1. Giriş

Geçmişten günümüze ahşap malzeme, doğal, yenilenebilir, sürdürülebilir, çevre dostu, hafif ve mekanik özelliklerinin yüksek olması sebebiyle çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Nguyen vd., 2017; Kılınçarslan ve Şimşek Türker, 2020a; Şahin ve Onay, 2020). Son yıllarda, orman kaynaklarının azalması nedeniyle kereste ihtiyacı giderek artmaktadır (Gulpen, 2014). Bu nedenle, var olan malzemelerin verimli şekilde kullanılması ve malzemenin durabilitesini artırıcı çalışmalara yönelinmesi önem arz etmektedir. Günümüzde ahşap malzemenin uzun yıllar boyu kullanılabilirliğini sağlayabilecek, servis ömrünü uzatabilecek çeşitli yöntemler bulunmaktadır.

Ahşap malzemenin rutubet miktarı malzemenin çeşitli özelliklerini etkileyebilmektedir (Kılınçarslan ve Şimşek Türker, 2020b). Isıl işlem uygulaması, ahşap malzemenin özelliklerini değiştirmek için kullanılan çevre dostu metotlardan biridir (Mazela vd., 2004; Şahin vd., 2011; Şahin vd., 2020). Bu uygulama ahşap malzemenin boyutsal stabilite ve çeşitli böcek, mantar vb. karşı direnç gibi özelliklerini geliştirmenin yanı sıra malzemenin farklı özelliklerini de artırmaya yönelik uygulanmaktadır (Militz, 2002). Isıl işlem uygulaması ile birlikte ahşap malzemenin higroskopitesi azalmakta ve boyutsal kararlılığı, biyolojik dayanıklılığı artmaktadır. Isıl işlem uygulaması sonucunda malzeme daha hidrofobik hale gelmektedir (Kocaefe vd., 2008)

Ahşap malzemenin ısı ile muamele edilmesi 1930'lu yıllarda ilk kez Stamm ve Hansen tarafından Almanya'da yapılmıştır. 1940 ve 1950 li yıllarda White, Bavendam, Rundel ve Buro bu konuda çalışmalar yapmışlardır. 1960'lı yıllarda ise Kollman ve Schneider çalışmalar yapmıştır (Mayes ve Oksanen, 2002). Ahşap malzemenin ısı ile muamele edilmesinde farklı yöntemler olmasına rağmen en çok kullanılan metot Finlandiya Teknik Araştırma Merkezi tarafından geliştirilen "ThermoWood" olarak adlandırılan metotdur (Vitaniiemi vd., 2001). Isıl işlem uygulaması genel olarak 160-260 ^{O}C sıcaklıklar arasında gerçekleştirilmektedir (Militz, 2002). Bu uygulamanın sıcaklığı ve süresi, uygulama prosesi, numune boyutu, numunenin nem içeriği ve istenen özelliklere göre 180-280 ^{O}C sıcaklık 15 dakika-24 saat arasında değişmektedir (Militz, 2002; Kamdem vd., 2002; Sanderman ve Augustin, 1963).

Ahşap malzemenin nem içeriği malzemenin çeşitli özelliklerini etkileyebilmektedir (Kılınçarslan ve Şimşek Türker, 2020c). Malzemenin ıslanabilirlik özelliği bir sıvının (tutkal, su, vernik, boya vb.) yüzeye yayılma özelliğini belirlemektedir. Islatma özelliği, ahşap malzemenin gözeneklilik, yüzey pürüzlülüğü, nem içeriği, lif yapısı gibi birçok özelliğine bağlı olarak değişebilmektedir (Kocaefe vd., 2008). Ahşap ıslatma özelliğinin tespit edilmesi için çeşitli metotlar mevcuttur (Walinder ve Johansson 2001, Walinder ve Strom 2001, Shi vd. 1997). Bu yöntemler arasında en iyi bilinen yöntemlerden bir tanesi damla damlatma tekniğidir (Neumann ve Spelled 1996). Temas açısı, damla tekniği kullanılarak yapılan bir ıslatma deneyi sırasında kaydedilen damla görüntüsünden doğrudan belirlenebilmektedir. Bu görüntülerden görüntü analiz programları ile hızlı ve pratik bir şekilde temas açısı değerleri elde edilebilmektedir. Bu çalışmada da temas açılarının belirlenmesi için damla tekniği kullanılmıştır.

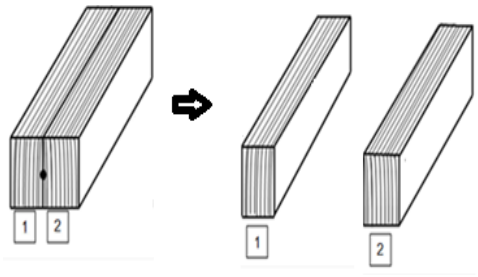
Hakkou vd. (2005), kayın odununa 130-160 ^{o}C sıcaklıklarda yapılan ısıl işlem uygulaması sırasında malzemenin ıslanabilirliğini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda ısıl işlem uygulaması ile birlikte kayın odununun hidrofobikliğinin arttığını belirlemişlerdir. Petrissans vd., (2003) yapmış olduğu çalışmada, ladin, kavak, kayın ve çam ağaç türleri üzerinde çalışmıştır. Çalışmasında ahşap malzemelerin hidrofobikliğindeki artış ile birlikte ıslanabilirliğinde azalma olduğunu belirlemişlerdir. Özellikle ısıl işlem uygulaması yapılan numunelerin ıslanabilirliğindeki azalma oranının kimyasal yönteme göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Gerardin vd., (2007) çalışmasında ısıl işlem görmüş kayın ve çam ağaç türlerinin yüzey gerilimlerini belirlemek için temas açısı metodunu kullanmıştır. Çalışmasında ahşap malzemenin hidrofobikliğinin ısıl işlem uygulaması ile birlikte arttığını ve bunun nedeninin hemiselülozun bozunmasından kaynaklandığını belirtmiştir.

Günümüzde çeşitli çalışmalarda bir ağaç malzemenin mekanik, kimyasal, fiziksel özellikleri, anatomisi vb. farklı özelliklerine göre hangi ağaç türü olduğu tespit edilmektedir. Ancak bu çalışmalar hem uzun sürmekte hem de maliyet gerektirmektedir. Özellikle dış hava koşullarında kullanılan ahşap malzemelerin ıslanabilirlik özelliğinin bilinmesi malzemenin bu hava şartlarında hangi alanda (havuz kenarı, sauna, dış cephe kaplaması vb.) kullanılabilirliği hususunda bilgi vermektedir. Ayrıca malzemenin yapışma özelliğindeki değişimlerin kontrol edilmesi gerekmektedir. Ağaç malzemelerin ıslanabilirlik özelliğinin bilinmesi bu açılardan çok önemlidir. Buna ek olarak, laboratuar çalışmasında malzemenin ıslanabilirlik özelliğinden ağaç türünün belirlenmesi gerekliliği kendini etkin bir şekilde göstermektedir. Bu çalışmada, ıslanabilirlik özelliğine göre yapay sinir ağları (YSA), destek vektör makineleri, K-en yakın komşu ve Naive Bayes yöntemi ile ağaç malzemenin türünün tespiti işlemi yapılmıştır. Çalışmada 4 farklı sınıflandırma metodunun karşılaştırılması yapılmış ve hangi metotla en doğru tahminlerin yapıldığı belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

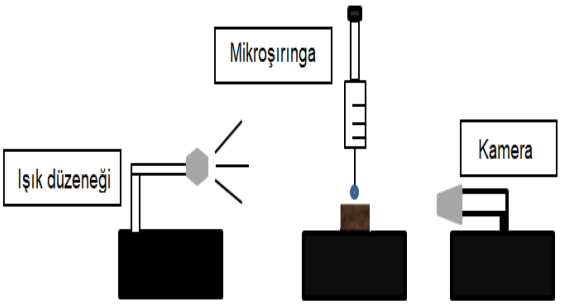
2.1. Malzemenin Temin Edilmesi ve Deneylerin Yapılması

Bu çalışmada, materyal olarak endüstriyel anlamda yaygın olarak kullanılan Sedir (*Cedrus Libani*), Iroko (*Chlorophora excelsa*), Dişbudak (*Fraxinus excelsior*) ve Ladin (*Picea abies*) odunları kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan keresteler Naswood Ltd. Şti'nin Antalya bayiliğinden temin edilmiştir. Keresteler fabrikanın ağaç türü için uygun gördüğü süre ve sıcaklıkta ısıl işleme tabi tutulmuştur. Temin edilen kerestelerin kesim planı şematik görüntüsü Şekil 1'de verilmiştir.



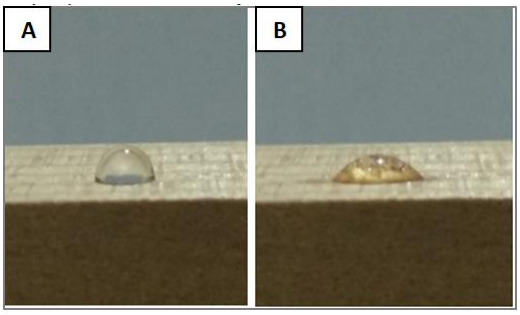
Şekil 1. Kerestelerin kesim planı görüntüsü, 1: Isıl işleme tabi tutulmayan kereste (Kontrol) 2: Isıl işleme tabi tutulan kereste (İşlem)

Sedir, İroko Dişbudak ve Ladin örneklerinin her birinden 30 (Kontrol-işlem) olmak üzere toplam 120 numune üzerinde dinamik ıslatma deneyi yapılmıştır. Numuneler iklimlendirme dolabına alınarak 20 ± 2 °C ve % 65±5 bağıl nem koşullarında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Çalışmada Sedir, İroko, Dişbudak ve Ladin odunlarının yüzey ıslanabilirliğini belirlemek için temas açısı metodu kullanılmıştır (Kocaefe vd. 2008; Kılınçarslan ve Şimşek Türker, 2019). Dinamik ıslatma deney düzeneği şematik görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Dinamik ıslatma deney düzeneği

Örneklerin üzerine saf su (20°C sıcaklığa ve 72,80 mN/m yüzey gerilimine sahip) damlası bir şırınga yardımı ile 5 µl damlatılmıştır. Yüzeye damlatılan 5 µl'lik su damlası görüntüsü (0 ve 30. sn) Şekil 3'de verilmiştir.



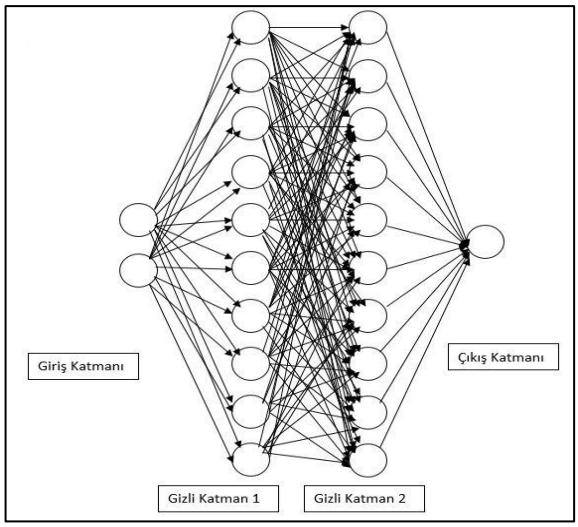
Şekil 3. 5 µl'lik su damlası görüntüsü: A; 0. sn'de çekilen su damlası görüntüsü, B; 30. sn'de çekilen su damlası görüntüsü

Yüzeye damlatılan 5 µl'lik su damlası görüntüsü başlangıç (0) ve 30. sn'nin sonunda temas açısı görüntüsü alınmıştır. ''Image J'' görüntü analiz programı ile temas açısı değerleri belirlenmiştir.

2.2. Sınıflandırma Yöntemleri

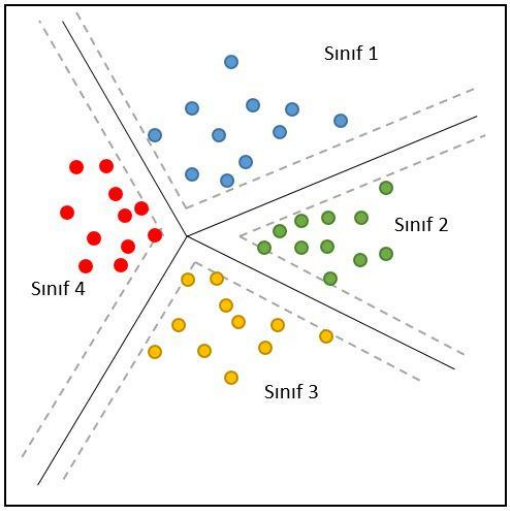
Sınıflandırma, verilerimizi her sınıfa etiket atayarak istenilen ve farklı sayıda sınıfa ayırmak için kullanılan bir yapay zeka ve makine öğrenmesi tekniğidir (Kotsiantis vd., 2007). Konuşma tanıma (Juang vd., 1997), resim sınıflama (Haralick vd., 1973), belge sınıflandırması (Manevitz ve Yousef, 2001) gibi birçok alanda sınıflama metotları kullanılmaktadır. İkili (Binary) ve çoklu (Multi-Class) olmak üzere iki temel sınıflandırma yöntemi vardır (Mathur ve Foody, 2008). İkili sınıflandırma; cinsiyet tahmininde erkek/kadın (Antipov vd., 2016), hastalık tahmininde hasta/hasta değil (Cruz ve Wishart, 2006), sahte e-posta tahmininde sahta/sahte değil (Hamid vd., 2013) gibi iki durumun olduğu problemlerde kullanılır. Çoklu sınıflandırma da ise; farklı çiçek türlerinin tahmini gibi iki veya daha çok durumun olduğu problemlerde kullanılır (De Marsico, 2016). Yapay sinir ağları (YSA), destek vektör makineleri (DVM), K-en yakın komşu (K-EYK), Naive bayes (NB), karar ağaçları, rastgele orman gibi birçok sınıflama metodu bulunmaktadır.

Bu çalışmada yapay sinir ağları, destek vektör makineleri, K-en yakın komşu ve Naive bayes gibi çok sık kullanılan ve başarılı sonuçlar veren sınıflandırma metotları kullanılmıştır. Yapay sinir ağları insan sinir sisteminden esinlenerek geliştirilmiştir (Saritas ve Yasar, 2019). Giriş, çıkış ve bunlar arasında bulunan gizli katmanlardan oluşan yapay sinir ağları kendisine gösterilen gerçek verilerden öğrenerek (eğitilerek), kendisine gösterilmeyen yeni verilerin sonucunu tahmin etmeye çalışmaktadır (Jain vd., 1996). Bu amaçla katmanlarda bulunan nöronları ve aktivasyon fonksiyonunu kullanmaktadır. Bu çalışmada 4 adet hedef sınıf (ağaç çeşidi) ve 2 adet giriş (teğet ve radyal temas açıları) bulunduğu için iki giriş-tek çıkışlı bir ağ yapısı oluşturulmuş ve 10'ar adet nöron içeren iki adet gizli katman kullanılmıştır (Şekil 4). Aktivasyon fonksiyonu olarak ise sigmoid kullanılmıştır.



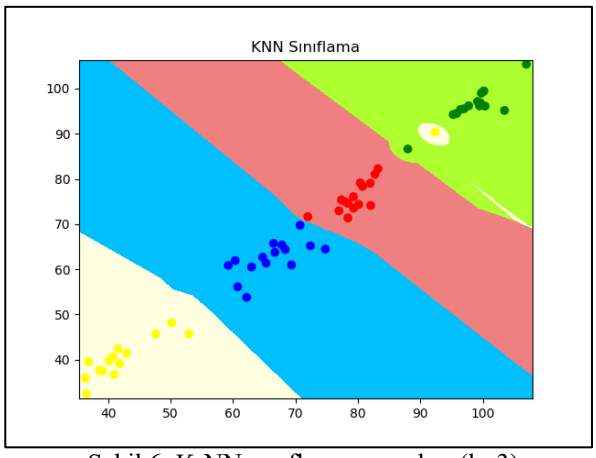
Şekil 4. Yapay sinir ağı katmanları

Destek vektör makinesi, eğitim verilerini mümkün olduğunca geniş uzaklıkta alanlara (kategorilere) ayırmak için vektörlerden (ayırıcı) faydalanır (Furey vd., 2000). Test verilerini ise bu vektörün hangi alanına düştüklerine göre bir kategoriye yerleştirir (Şekil 5). Sınıflama işleminde karar verirken eğitim noktalarının bir alt kümesini kullanır. Bu sebeple belleği verimli kullanır ve yüksek boyutlu verilerde etkilidir.



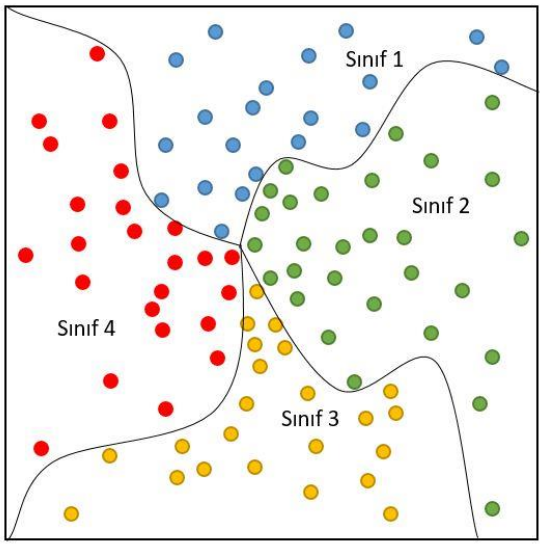
Şekil 5. Çok sınıflı destek vektör makinesi sonuçları

K-en yakın komşu yöntemi ise bir nesneyi, girdi parametresi alanında, nesnenin komşularının çoğunluk oyuyla sınıflandırır (Hu vd., 2016). Nesne, en yakın komşusu olan k (kullanıcının belirlediği tam sayı) arasında en yaygın olan sınıfa atanır (Şekil 6). Nesneleri özellik benzerliğine göre sınıflandırır. Büyük test verilerinde daha etkili sonuçlar veren, uygulaması basit bir yöntemdir (Ramírez-Gallego vd., 2017).



Şekil 6. K-NN sınıflama sonuçları (k=3)

Naive Bayes yöntemi, Bayes teoreminden esinlenen olasılıklı bir sınıflandırıcıdır. Diğer sınıflandırıcılarda kullanılan yinelemeli yaklaşım yerine doğrusal zaman aldığından daha büyük veri kümelerine kolayca ölçeklenebilir (Zhang vd., 2009) (Şekil 7). Az miktarda test verisi ile iyi sonuçlar veren Naive Bayes son derece hızlı bir yöntemdir (Rasjid ve Setiawan, 2017).



Şekil 7. Çok sınıflı Naive Bayes sonuçları

2.3. Veri Setinin Oluşturulması

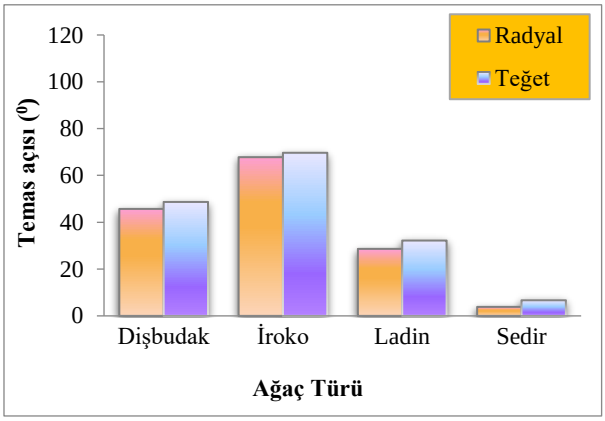
Ağaç malzemelerin fiziksel, anatomik ve kimyasal özellikleri gibi çeşitli etkiler sebebiyle ıslanabilirlik özellikleri değişebilmektedir. Özellikle endüstriyel ısıl işlem uygulaması ile birlikte ahşap malzemenin ıslanabilirlik özelliğinde büyük bir değişim olabilmektedir. Dolayısıyla ıslanabilirlik özellikleri (temas açısı) göz önünde bulundurularak ağaç malzemenin türü tahmin edilmiştir. Çalışmada Sedir (*Cedrus Libani*), Iroko (*Chlorophora excelsa*), Dişbudak (*Fraxinus excelsior*) ve Ladin (*Picea abies*) gibi dört farklı ağaç türüne ait numunelerin temas açısı değerlerine göre dört farklı sınıflandırma metodu kullanılarak ağacın türü tahmin edilmiştir. Isıl işlem görmüş malzemenin aynı koşullar altında boyutsal stabilite özellikleri birbirinden farklıdır. Dolayısıyla ısıl işlem görmüş malzemelerin temas açısı değerleri de birbirinden farklılıklar göstermektedir. Boyutsal stabilite ve ıslanabilirlik özellikleri, malzemelerin kullanım yerleri ile ilgili karar vermede büyük paya sahiptirler. Çalışmada, dört farklı ağaç türüne ait temas açısı değerleri olan 60 veri kullanılmıştır. Bu verilerden 42 adedi eğitim, 18 adedi ise test verisi olarak kullanılmıştır. Bu veriler; aynı bilgisayarda, aynı konfigürasyon ve optimizasyon yöntemleri kullanılarak YSA, DVM, K-EYK ve NB metotları ile test edilmiştir.

2.4. Performans Ölçüm Metrikleri

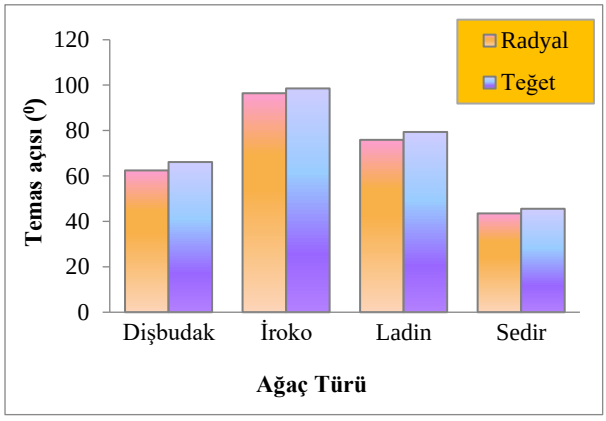
Sınıflama ve tahmin yöntemlerinin etkilerinin ve başarılarının test edilmesi gerekmektedir. Doğruluk, sınıflandırma modellerinin değerlendirilmesi için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (Ma ve Redmond, 1995). Doğru tahmin sayısının toplam test sayısına oranıdır (Clinton vd., 2010). Ne kadar büyükse o kadar başarılı bir tahmin yapılmıştır. Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE - Root Mean Square Error), tahmin hatalarının standart sapmasıdır. Hataların regresyon çizgisi veri noktalarından ne kadar uzakta olduğunun ve ne kadar yayıldığının bir ölçüsüdür (Chai ve Draxler, 2014). RMSE, tahmin ve regresyon analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Küçük değere sahip olması istenen durumdur. R-Kare (R^2 – R-Squared), regresyon çizgisinin gerçek veri değerlerine ne kadar yakın olduğunu gösterir (Kvålseth, 1985). R kare değeri 0 ile 1 arasındadır; burada 0, bu modelin verilen verilere uymadığını ve 1, modelin sağlanan veri kümesine mükemmel şekilde uyduğunu gösterir. Ortalama Mutlak Hata (MAE – Mean Absolute Error), hedef değerler ve tahminler arasındaki mutlak farklılıkların ortalaması olarak hesaplanır (Langdon vd., 2016). MAE doğrusal bir puandır, yani tüm bireysel farklılıklar ortalama olarak eşit ağırlıktadır. Küçük değere sahip olması istenen durumdur.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada ısıl işlem görmüş ve ısıl işlem görmemiş dört farklı ağaç türü temas açısı verilerine göre ağaç türleri tahmin edilmiştir. Isıl işlem görmemiş ve görmüş Sedir (*Cedrus Libani*), Iroko (*Chlorophora excelsa*), Dişbudak (*Fraxinus excelsior*) ve Ladin (*Picea abies*) odunları temas açısı grafikleri Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.

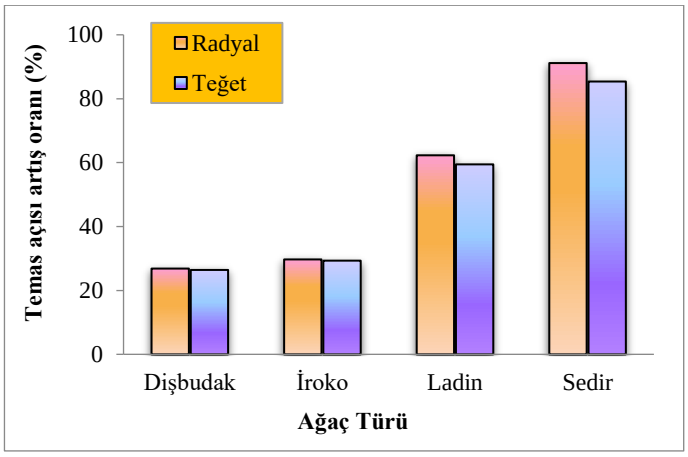


Şekil 8. Isıl işlem görmemiş ağaç türlerinin temas açısı



Şekil 9. Isıl işlem görmüş ağaç türlerinin temas açısı

Artan ısıl işlem sıcaklığı ile birlikte ahşap malzeme daha hidrofobik hale gelmektedir ve sonuç olarak temas açısı değerleri artmaktadır. Şekil 10'da ısıl işlem görmüş Dişbudak, iroko, ladin ve sedir numunelerinin ısıl işlem görmemiş numunelere göre temas açısı değerlerindeki artış yüzdesi verilmiştir.



Şekil 10.Ağaç türlerinin temas açısı artış oranları

Kılınçarslan ve Şimşek Türker (2020d) yapmış oldukları çalışmada ısıl işlem görmüş Sedir ve Iroko odunlarının dinamik ıslatma özelliklerini incelemişlerdir. Isıl işlem uygulanmış örneklerin temas açısı değerlerinin kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Sedir ve İroko ağaç türleri arasında kıyaslama yapıldığında, İroko örneklerinin ıslanabilirlik özelliğinin Sedir örneklerine göre daha düşük olduğu tespit etmişlerdir. Ancak ısıl işlem uygulamasının Sedir örnekleri üzerinde daha etkili olduğu belirtmişlerdir. Kılınçarslan ve Şimşek Türker (2019) yapmış oldukları çalışmada, ısıl işlem uygulamasının Ladin ağaç türü örneklerinin temas açısı değerleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda ısıl işlem görmüş Ladin örneklerinin temas açısı değerlerinin daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmada sınıflandırma yöntemleri ile yapılan ağaç türü tahmini için ısıl işlem görmemiş dört farklı ağaç türünden 60 adet örnek kullanılmıştır. Kullanılan bütün sınıflandırma metotlarında yapılan 18 adet tahminin 17'si doğru sonuç vermiş ancak sadece 1 adet tahmin yanlış sonuç vermiştir. Tablo 1'de verilen değerlerden görüldüğü gibi sınıflandırma metotlarından Destek vektör makine, K-en yakın komşu ve Naive Bayes ısıl işlem görmemiş numunelerde aynı sonuçlar elde edilmiştir (R^2= 0.94). YSA ise bu yöntemlere yakın hata oranları vermesine rağmen düşük R^2 (0.643) verdiği için doğruluk ve performans sıralamasında bu yöntemlerden sonra gelmektedir.

Tablo 1. Isıl işlem görmemiş numunelerin tahmin verilerinin istatistiki analiz sonuçları

	YSA	DVM	K-EYK	NB
Doğruluk	0.944	0.944	0.944	0.944
RMSE	0.212	0,235	0.235	0.235
R^2	0.643	0,954	0.954	0.954
MAE	0.074	0,055	0.055	0.055

Çalışmada ısıl işlem görmüş numuneler üzerinde dört farklı metot ile yapılan tahminlerde en doğru tahmin Destek Vektör Makinası yöntemi ile yapılmıştır. K-en yakın komşu yöntemi ve Naive Bayes ile tahminlerin aynı olduğu ve yapılan 18 adet tahmin içerisinde 17 adet tahminin doğru sonuç verdiği ancak sadece 11. tahminin yanlış sonuç verdiği tespit edilmiştir. Yapay sinir ağları ile tahminde yapılan 18 adet tahminin 17 adedinin doğru sonuç verdiği ancak sadece 16. tahminin yanlış sonuç verdiği belirlenmiştir.

Tablo 2. Isıl işlem görmüş numunelerin tahmin verilerinin istatistiki analiz sonuçları

	YSA	DVM	K-EYK	NB
Doğruluk	0.944	1	0.944	0.944
RMSE	0.053	0	0.235	0.235
R^2	0.977	1	0.954	0.954
MAE	0.028	0	0.055	0.055

Tablo 2'deki ısıl işlem görmüş numunelerin tahmin sonuçlarına bakıldığında en iyi sonucu yüksek doğruluk ve düşük hata değerleriyle DVM yöntemi vermiştir. Doğruluk oranlarına göre YSA, K-EYK aynı sonuçları vermesine rağmen, YSA; RMSE ve MAE hata oranlarına göre K-EYK ve NB yöntemine daha küçük değer vermiş, R^2 değerine göre ise daha büyük değer vermiştir. K-EYK ve NB yöntemleri tüm performans metrikleri için aynı değerleri vermiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada endüstriyel anlamda yaygın olarak kullanılan dört farklı ağaç türünün temas açısı değerleri belirlenmiş ve farklı 4 sınıflandırma yöntemi ile ağaç türlerinin tahminleri yapılmıştır. Isıl işlem görmemiş numuneler üzerinde bu dört tahmin metodu ile yapılan 18 adet tahminin 17'si doğru sonuç vermiş, yalnızca 1 adedi yanlış sonuç vermiştir. Yapılan tahminlerde ısıl işlem görmemiş numunelerde destek vektör makinesi, K-en yakın komşu ve Naive bayes aynı doğruluk ve hata değerlerini vermiştir. Yapay sinir ağları da benzer yakınlıkta hata değeri vermesine rağmen düşük R^2 değerinden dolayı başarı sıralamasında bu yöntemlerden sonra gelmektedir. Aynı sınıflandırma metotları ile ısıl işlem görmüş numunelerde yapılan tahminlerde en doğru tahminlerin destek vektör makinesi ile yapıldığı belirlenmiştir. Yapılan 18 adet tahminin tamamı bu yöntemle doğru sonuç vermiştir. Bu yöntemi doğruluk başarısı olarak yapay sinir ağları, K-en yakın komşu ve Naive bayes yöntemi izlemiştir. Yapay Sinir ağları, K-en yakın komşu ve Niave Bayes metotları ile yapılan 18 adet tahminden yalnız 1 adedi yanlış tahmin sonucu vermiştir. K-en yakın komşu ve Naive bayes yöntemi tüm performans metrikleri için aynı sonuçları vermiştir. Isıl işlem görmüş ve görmemiş numunelerin temas açısı değerleri kullanılarak sınıflandırma yöntemleri ile yapılan ağaç türünün tahmini başarılı olmuştur. DVM yönteminin sınıflandırma yöntemleri arasında en doğru sonuçları verdiği görülmüş, özellikle ısıl işlem görmüş numunelerde %100 doğruluk ile tahminde bulunabildiği görülmüştür. Ahşap malzemenin kolay bir metot ile ölçülen ıslanabilirlik özelliğine bağlı olarak hangi ağaç türüne ait olduğunun sınıflandırma yöntemleri ile belirlenmesi basit, pratik ve ekonomik olacaktır. Böylece kolay bir metot olan damlatma metodu ile ağaç türünün belirlenmesi, restorasyon ve güçlendirme çalışmalarında araştırmacılara yardımcı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma FDK-2019-6950 proje kodlu SDÜ BAP projesi ve YÖK 100/2000 doktora programı ''Sürdürülebilir Yapı Malzemeleri ve Teknolojileri'' tematik alanı kapsamında hazırlanmıştır. Yazarlar SDÜ BAP birimi, YÖK ve YÖK 100/2000 program çalışanlarına teşekkür ederler.

Kaynaklar

1. **Antipov, G., Berrani, S. A., Dugelay, J. L. (2016).** Minimalistic CNN-based ensemble model for gender prediction from face images. Pattern recognition letters, *70*, 59-65.
2. **Chai, T., Draxler, R. R. (2014).** Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)–Arguments against avoiding RMSE in the literature. Geoscientific model development, *7*(3), 1247-1250.
3. **Clinton, N., Holt, A., Scarborough, J., Yan, L. I., & Gong, P. (2010).** Accuracy assessment measures for object-based image segmentation goodness. Photogramm. Eng. Remote Sens, 76(3), 289-299.
4. **Cruz, J. A., Wishart, D. S. (2006).** Applications of machine learning in cancer prediction and prognosis. Cancer informatics, *2*, 117693510600200030.
5. **De Marsico, M., Petrosino, A., & Ricciardi, S. (2016).** Iris recognition through machine learning techniques: A survey. Pattern Recognition Letters, *82*, 106-115.
6. **Furey, T. S., Cristianini, N., Duffy, N., Bednarski, D. W., Schummer, M., Haussler, D. (2000).** Support vector machine classification and validation of cancer tissue samples using microarray expression data. *Bioinformatics*, *16*(10), 906-914.
7. **Gerardin, P., Petric, M., Petrissans, M., Lambert, J., Ehrhrardt, J.J. (2007).** Evolution of Wood Surface Free Energy after Heat Treatment. Polym Degrad Stabil 92:653–657.
8. **Gulpen, S. F. J. (2014).** Using Country-level Forest Coverage to Analyze the Existence of an Environmental Kuznets Curve, Master's Thesis, Oregon State University, Corvallis, OR, USA.
9. **Hakkou M, Petrissans M, Zoulalian A, Gerardin P (2005).** Investigation of Wood Wettability Changes During Heat Treatment on the Basis of Chemical Analysis. Polym Degrad Stabil 89:1–5.
10. **Haralick, R. M., Shanmugam, K., & Dinstein, I. H. (1973).** Textural features for image classification. IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics, (6), 610-621.
11. **Jain, A. K., Mao, J., Mohiuddin, K. M. (1996).** Artificial neural networks: A tutorial. *Computer*, *29*(3), 31-44.
12. **Juang, B. H., Hou, W., Lee, C. H. (1997).** Minimum classification error rate methods for speech recognition. IEEE Transactions on Speech and Audio processing, *5*(3), 257-265.
13. **Kamdem, D.P., Pizzi, A., Jermannaud, A., (2002).** Durability of heat-treated wood. Holz als Roh-und Werkstoff 60, 1–6.
14. **Kılınçarslan, Ş., Şimşek Türker, Y. (2019).** Determination of Contact Angle Values of Heat-treated Spruce (Picea abies) Wood with Image Analysis Program. Biomed J Sci & Tech Res 18(4), DOI: 10.26717/BJSTR.2019.18.003183.
15. **Kılınçarslan, Ş., Şimşek Türker, Y. (2020a).** Investigation of Wooden Beam Behaviors Reinforced with Fiber Rein-forced Polymers. Organic Polymer Material Research, 02 (01), 1-7.
16. **Kılınçarslan, Ş., Şimşek Türker, Y. (2020b).** Ahşap Malzemelerin FRP ile Güçlendirilmesinin Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. Teknik Bilimler Dergisi, 10(1), 23-30.
17. **Kılınçarslan, Ş., Şimşek Türker, Y. (2020c).** Physical-Mechanical Properties Variation with Strengthening Polymers. Acta Physica Polonica, A., 137.
18. **Kılınçarslan, Ş., Şimşek Türker, Y. (2020d).** Ahşap Malzemelerin Islanabilirlik Özelliği Üzerine Isıl İşlem Uygulamasının Etkisi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 8(2), 460-466.
19. **Kocaefe, D., Poncsak, S., Doré, G., & Younsi, R. (2008).** Effect of heat treatment on the wettability of white ash and soft maple by water. Holz als Roh-und Werkstoff, 66(5), 355-361.
20. **Kotsiantis, S. B., Zaharakis, I., Pintelas, P. (2007).** Supervised machine learning: A review of classification techniques. Emerging artificial intelligence applications in computer engineering, 160, 3-24.
21. **Kvålseth, T. O. (1985).** Cautionary note about R 2. *The American Statistician*, *39*(4), 279-285.
22. **Langdon, W. B., Dolado, J., Sarro, F., & Harman, M. (2016).** Exact mean absolute error of baseline predictor, MARP0. *Information and Software Technology*, *73*, 16-18.
23. **Ma, Z., & Redmond, R. L. (1995).** Tau coefficients for accuracy assessment of classification of remote sensing data. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, *61*(4), 435-439.
24. **Manevitz, L. M., Yousef, M. (2001).** One-class SVMs for document classification. *Journal of machine Learning research*, *2*(Dec), 139-154.
25. **Mathur, A., Foody, G. M. (2008).** Multiclass and binary SVM classification: Implications for training and classification users. IEEE Geoscience and remote sensing letters, *5*(2), 241-245.
26. **Mayes, D., Oksanen, O. (2002).** Thermowood Handbook. By: Thermowood, Finnforest, Stora, 5-15.
27. **Mazela, B., Zakrzewski, R., Grzes' kowiak, W., Cofta, G., Bartkowiak,M., (2004).** Resistance of thermally modified wood to basidiomycetes.Wood Technology 7 (1), 253–262.
28. **Militz, H. (2002).** Thermal Treatment of Wood: European Processes And Their Background. IRG/WP 02-40241: 18 str., 33rd Annual Meeting . 12–17 May 2002.
29. **Neumann, A.W., Spelt, J.K. (eds). (1996).** Applied Surface Thermodynamics (Surfactant series v. 63). Marcel Dekker Inc, New York.

30. **Nguyen, T. T., Ji, X., Nguyen, T. H. V., and Guo, M. (2017).** Wettability modification of heat-treated wood (HTW) via cold atmospheric-pressure nitrogen plasma jet (APPJ) Holzforschung 72(1), 37-43. DOI: 10.1515/hf-2017-0004.
31. **Petrissans, M., Gerardin, P., El Bakali, I., Serraj, M. (2003).** Wettability of Heat-Treated Wood. Holzforschung 57:301–307.
32. **Ramírez-Gallego, S., Krawczyk, B., García, S., Woźniak, M., Benítez, J. M., & Herrera, F. (2017).** Nearest neighbor classification for high-speed big data streams using spark. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 47(10), 2727-2739.
33. **Rasjid, Z. E., & Setiawan, R. (2017).** Performance comparison and optimization of text document classification using k-NN and naïve bayes classification techniques. *Procedia computer science*, *116*, 107-112.
34. **Sahin, C.K., Onay, B. (2020).** Alternative wood species for playgrounds wood from fruit trees, Wood Research, 65(1):149-160.
35. **Sahin, H.T., Arslan, M.B., Korkut, S. Sahin, C. (2011).** Colour changes of heat-treated woods of redbud maple. European hophornbeam and oak. Color Research & Application. 36(6),462-466.
36. **Sahin, C.K., Topay, M. Var, A.A. 2020.** A study on suitability of some wood species for landscape applications: surface color, hardness and roughness changes at outdoor conditions, Wood Research, 65(3),395-404.
37. **Sanderman, W., Augustin, H., (1963).** Chemical investigation on thethermal decomposition of wood-Part III: chemical investigation on thecourse of decomposition. Holz als Roh-und Werkstoff 22 (10), 377–386.
38. **Saritas, M. M., Yasar, A. (2019).** Performance Analysis of ANN and Naive Bayes Classification Algorithm for Data Classification. International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering, 7(2), 88-91.
39. **Shi, Q., Gardner, D.J., Wang, J.Z. (1997).** Surface Properties of Polymeric Automobile Fluff Particles Characterized by Inverse Gas Chromatography and Contact Angle Analysis. In: Int. Conf. Of Woodfiber-Plast. Compos. 4th Forest Product Society, Madison, USA, pp 245–256.
40. **Viitaniemi, P., Jamsa, S., Ek, P., Viitanen, H. (2001).** Method for Increasing the Resistance of Cellulosic Products against Mould and Decay. in: European Patent Spesification, (Ed.) V.T.R.C.o. Finland, Vol. EP695408B1.
41. **Walinder, MEP., Johansson, I. (2001).** Measurement of Wood Wettability by the Wilhelmy Method. Holzforschung 1(55):21–32.
42. **Walinder, MEP., Strom, G. (2001).** Measurement of Wood Wettability by the Wilhelmy Method. Holzforschung 2(55):33–41.
43. **Zhang, M. L., Peña, J. M., & Robles, V. (2009).** Feature selection for multi-label naive Bayes classification. Information Sciences, 179(19), 3218-3229.