



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**DİNAMİK YÜKLEMeye MARUZ KONSOL DAYANMA DUVARI
STABİLİTESİNİN MAKİNE ÖĞRENMEŞİ ALGORİTMALARI İLE
ARAŞTIRILMASI**

Büşra Nur ÇİTİRİK

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Ağustos 2022**

DİNAMİK YÜKLEMeye MARUZ KONSOL DAYANMA DUVARI
STABİLİTESİNİN MAKİNE ÖĞRENME Sİ ALGORİTMALARI İLE
ARAŞTIRILMASI

Büşra Nur ÇİTİRİK

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Esra URAY

Konya
Ağustos 2022

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans/Doktora tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir.²

Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

25 Ağustos 2022

Büşra Nur ÇITIRIK

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ay aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez/Proje Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğr. Üyesi Esra URAY danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez/proje çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez/proje çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin/projemin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

25 Ağustos 2022

Büşra Nur ÇITIRIK

Tez çalışmamı, hayatımın her noktasında yanımda olan ve benden desteğini esirgemeyen, annem Cemile ÇITIRIK ve babam Mahmut ÇITIRIK' a ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Eğitim hayatımda, lisans dönemi bitirme projemde ve yüksek lisans seminer ve tez çalışmamda bana yardımcı olan, yol gösteren, umudumu tazeleyip her zaman kendimi yenilemem için bana yeni fırsatlar sunan sayın danıőmanım Dr. Öğr. Üyesi Esra Uray' a teőekkürü bir borç bilirim.

Lisans ve lisansüstü eğitim dönemlerimde kendimi geliőtirmem ve yeni yolları keőtmem konusunda yardımlarını esirgemeyen KTO Karatay Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Fakültesi İnaaat Mühendisliği Anabilim dalı akademik kadrosuna teőekkürü borç bilirim.

25 Ağustos 2022

Büşra Nur ÇITIRIK

ÖZET

Büşra Nur ÇITIRIK

Dinamik Yüklemeye Maruz Konsol Dayanma Duvarı Stabilitésinin Makine Öğrenmesi

Algoritmaları ile Araştırılması

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2022

Bu tez çalışmasında iki farklı zemin kotu arasında oluşan yatay zemin basıncına karşı koyması için tasarlanan dayanma duvarlarının dış stabilite tahkiklerinin Makine öğrenmesi algoritmaları ile tahmin edilmesi araştırılmıştır. Dış stabilite tahkikleri olarak duvarın yanal olarak ötelenmemesi, burun noktasından dönmemesi ve duvardan zemine aktarılan yüklerin güvenli bir şekilde taşınması için kayma, devrilme ve taşıma gücü güvenlik sayıları dikkate alınmıştır. Dinamik yüklemeye maruz dayanma duvarının güvenlik sayıları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre elde edilmiş ayrıca depremsiz durum için statik yük etkisindeki güvenlik sayıları elde edilmiştir. Türkiye Deprem Haritası'nın farklı iki konumuna ait kısa periyot harita spektral ivme katsayıları ve 5 farklı yerel zemin sınıfı için 10 farklı tasarım durumu oluşturulmuştur. Farklı deprem etkisine ve zemin özelliğine sahip 10 farklı tasarım durumu için statik ve dinamik yüklerine maruz dayanma duvarının farklı 1024 dayanma duvar tasarımı kayma, devrilme ve taşıma gücü güvenlik sayıları elde edilmiştir. 1024 (4^5) farklı tasarıma sahip veri seti dayanma duvarının beş farklı duvar boyutunun dört farklı değeri kullanılarak oluşturulmuştur. Makine öğrenmesi algoritması ile güvenlik sayılarının tahmin edilmesinde 1024 verinin %80 (819)' ni eğitim aşaması için %20 (205)' si test aşaması için kullanılmıştır. Makine öğrenmesi algoritmalarından k-en yakın komşu, rastgele orman ve karar ağaçları algoritmaları kullanılarak güvenlik sayısı tahminleri elde edilmiştir. Tahmini olarak elde edilen güvenlik sayıları ile reeldeki sonuçları karşılaştırmak için kök ortalama kare hata (RMSE), ortalama kare hatası (MSE), ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE), ortalama mutlak hata (MAE), ortalama kare logaritmik hata (MSLE), medyan mutlak hata (MDAE), maksimum hata (ME), ortalama gama sapması (MGD), ortalama poisson sapması (MPD) ve son olarak R2 performans değerlendirme metrikleri olarak kullanılmıştır. Makine öğrenmesi algoritmalarının çok bilinmeyenli karmaşık bir mühendislik tasarım problemi olan dayanma duvar tasarımının stabilite kriterlerinin kontrol edilmesinde alternatif bir yöntem olarak kullanılması araştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda karar ağaçları algoritmasının test ve eğitim seti üzerinde farklı başarı oranı sergilediği hatta eğitim setinde test veri setinden daha başarılı olduğu gözlemlenirken k-en yakın komşu ve rastgele orman algoritmasının test ve eğitim setleri üzerindeki başarı oranının daha yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Depremlili dayanma duvarı, Stabilite tahkikleri, Makine öğrenmesi algoritması, Güvenlik sayısı tahmini, TBDY 18

ABSTRACT

Büşra Nur ÇITIRIK

Investigation of Console Shear Wall Stability Under Dynamic Loading Using Machine

Learning Algorithms

Master's

Konya, 2022

In this thesis study, the estimation of the external stability verifications of the retaining walls designed to resist the horizontal ground pressure formed between two different ground levels with machine learning algorithms has been investigated. As external stability verifications, the safety numbers of sliding, overturning and bearing capacity were taken into account in order to ensure that the wall does not shift laterally, does not rotate from the nose point and that the loads transferred from the wall to the ground are carried safely. The safety numbers of the retaining wall subjected to dynamic loading were obtained according to the Turkish Building Earthquake Code 2018, and the safety numbers under the static load were obtained for the earthquake-free situation. Short period map spectral acceleration coefficients of two different locations of the Turkey Earthquake Map and 10 different design cases were created for 5 different local soil classes. For 10 different design situations with different earthquake effects and soil properties, 1024 different retaining wall design slip, overturn and bearing strength safety numbers of the retaining wall subjected to static and dynamic loads were obtained. The dataset with 1024 (45) different designs was created using four different values of five different wall dimensions of the retaining wall. In the estimation of the security numbers with the machine learning algorithm, 80% (819) of the 1024 data were used for the training phase and 20% (205) for the testing phase. Security number estimates were obtained by using k-nearest neighbor, random forest and decision tree algorithms from machine learning algorithms. Root mean square error (RMSE), mean square error (MSE), mean absolute percent error (MAPE), mean absolute error (MAE), mean square logarithmic error (MSLE), median absolute error (MDAE), maximum error (ME), mean gamma deviation (MGD), mean Poisson deviation (MPD) and finally R2 were used as performance evaluation metrics. The use of machine learning algorithms as an alternative method to control the stability criteria of retaining wall design, which is a complex engineering design problem with many unknowns, has been investigated. As a result of the research, it was observed that the decision trees algorithm showed different success rates on the test and training set, and even more successful in the training set than the test data set, while it was observed that the success rate of the k-nearest neighbor and random forest algorithm on the test and training sets was closer.

Keywords: Earthquake retaining wall, Stability verifications, Machine learning algorithm, Safety number estimation, TBDY 18

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
KABUL VE ONAY	ii
BİLDİRİM	iii
ETİK BEYAN.....	iv
TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLOLAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER DİZİNİ.....	xviii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. BETONARME KONSOL DAYANMA DUVAR TASARIMI	7
3.1. Statik Yüke Maruz Dayanma Duvarı Tasarımında Tahkikler.....	7
3.1.1. Kayma tahkiki.....	7
3.1.2. Devrilme tahkiki	8
3.1.3. Taşıma gücü tahkiki.....	9
3.2. Dinamik Yüke Maruz Dayanma Duvarı Tasarımında Tahkikler.....	12
3.2.1. Kayma tahkiki.....	13
3.2.2. Devrilme tahkiki	14
3.2.3. Taşıma gücü tahkiki.....	14
4. MAKİNE ÖĞRENMESİ	16
4.1. Algoritmalar	16
4.1.1. K-en Yakın Komşu Algoritması.....	16
4.1.2. Karar Ağaçları Algoritması	16
4.1.3. Rastgele Orman Algoritması	17
4.2. Algoritmaların Değerlendirilmesi	18
4.3. Veri Setinin Oluşturulması.....	20
5. ANALİZ SONUÇLARI.....	24

6. SONUÇ	123
KAYNAKLAR	124
ÖZGEÇMİŞ	127

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Dayanma duvarları için r katsayıları.....	12
Tablo 2. Meyerhof taşıma gücü katsayıları.....	15
Tablo 3. Dolgu zemin parametreleri	22
Tablo 4. Temel taban zemin parametreleri	22
Tablo 5. Konsol dayanma duvarı tasarım değişkenleri ve seviyeleri.....	23
Tablo 6. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları	24
Tablo 7. SS0,25 ve ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	25
Tablo 8. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	25
Tablo 9. SS0,25 ve ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	26
Tablo 10. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları	26
Tablo 11. SS0,25 ve ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	27
Tablo 12. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları	27
Tablo 13. SS0,25 ve ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları	28
Tablo 14. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	28
Tablo 15. SS0,25 ve ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	29
Tablo 16. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları	29
Tablo 17. SS0,25 ve ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	30
Tablo 18. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları	30
Tablo 19. SS0,25 ve ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları	31
Tablo 20. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	31

Tablo 21. SS0,25 ve ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	32
Tablo 22. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları	32
Tablo 23. SS0,25 ve ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	33
Tablo 24. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	33
Tablo 25. SS0,25 ve ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları	34
Tablo 26. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	34
Tablo 27. SS0,25 ve ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	35
Tablo 28. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları	35
Tablo 29. SS0,25 ve ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	36
Tablo 30. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları	36
Tablo 31. SS0,25 ve ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları	37
Tablo 32. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	37
Tablo 33. SS0,25 ve ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	38
Tablo 34. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları	38
Tablo 35. SS0,25 ve ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	39
Tablo 36. SS1,5 ve ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	39
Tablo 37. SS1,5 ve ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	40
Tablo 38. SS1,5 ve ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	40
Tablo 39. SS1,5 ve ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	41

Tablo 40. SS1,5 ve ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	41
Tablo 41. SS1,5 ve ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	42
Tablo 42. SS1,5 ve ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	42
Tablo 43. SS1,5 ve ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	43
Tablo 44. SS1,5 ve ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	43
Tablo 45. SS1,5 ve ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	44
Tablo 46. SS1,5 ve ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	44
Tablo 47. SS1,5 ve ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	45
Tablo 48. SS1,5 ve ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	45
Tablo 49. SS1,5 ve ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	46
Tablo 50. SS1,5 ve ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları.....	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Dayanma duvarında kayma tahkiki	8
Şekil 2. Dayanma duvarında devrilme tahkiki	9
Şekil 3. Dayanma duvarlarında taşıma gücü yetersizliği	10
Şekil 4. Konsol dayanma duvarında taban basınçları	11
Şekil 5. Karar ağaçları çalışma düzeni	17
Şekil 6. Rastgele orman algoritması çalışma prensibi	17
Şekil 7. Türkiye Deprem Haritası'nda bölgelerin gösterilmesi	21
Şekil 8. 1. Bölge olarak seçilen Konya'nın Türkiye Deprem Haritası'ndan alınan deprem değerleri.....	21
Şekil 9. 2. Bölge olarak seçilen Bingöl'ün Türkiye Deprem Haritası'ndan alınan deprem değerleri.....	21
Şekil 10. Dayanma duvarı tasarım modeli	22
Şekil 11. SS0,25 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	48
Şekil 12. SS0,25 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	48
Şekil 13. SS0,25 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	48
Şekil 14. SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	49
Şekil 15. SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	49
Şekil 16. SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	49
Şekil 17. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri.....	50
Şekil 18. SS0,25 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	51
Şekil 19. SS0,25 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	51
Şekil 20. SS0,25 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	51
Şekil 21. SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	52
Şekil 22. SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	52

Şekil 23. SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	52
Şekil 24. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri	53
Şekil 25. SS0,25 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	54
Şekil 26. SS0,25 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	54
Şekil 27. SS0,25 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	54
Şekil 28. SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	55
Şekil 29. SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	55
Şekil 30. SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	55
Şekil 31. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri	56
Şekil 32. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	57
Şekil 33. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	57
Şekil 34. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	57
Şekil 35. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için statik kayma değerleri	58
Şekil 36. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği	59
Şekil 37. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği	59
Şekil 38. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği	59
Şekil 39. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için statik devrilme değerleri	60
Şekil 40. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	61
Şekil 41. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	61
Şekil 42. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	61
Şekil 43. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri	62

Şekil 44. SS0,25 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	63
Şekil 45. SS0,25 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	63
Şekil 46. SS0,25 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	63
Şekil 47. SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	64
Şekil 48. SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	64
Şekil 49. SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	64
Şekil 50. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri.....	65
Şekil 51. SS0,25 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	66
Şekil 52. SS0,25 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	66
Şekil 53. SS0,25 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	66
Şekil 54. SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	67
Şekil 55. SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	67
Şekil 56. SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	67
Şekil 57. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri	68
Şekil 58. SS0,25 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	69
Şekil 59. SS0,25 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	69
Şekil 60. SS0,25 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	69
Şekil 61. SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	70
Şekil 62. SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	70
Şekil 63. SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	70

Şekil 64. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri	71
Şekil 65. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	72
Şekil 66. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	72
Şekil 67. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	72
Şekil 68. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için statik kayma değerleri	73
Şekil 69. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği	74
Şekil 70. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği	74
Şekil 71. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği	74
Şekil 72. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için statik devrilme değerleri	75
Şekil 73. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	76
Şekil 74. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	76
Şekil 75. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	76
Şekil 76. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri	77
Şekil 77. SS0,25 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	78
Şekil 78. SS0,25 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	78
Şekil 79. SS0,25 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	78
Şekil 80. SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	79
Şekil 81. SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	79
Şekil 82. SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	79
Şekil 83. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri	80
Şekil 84. SS0,25 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	81

Şekil 85. SS0,25 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	81
Şekil 86. SS0,25 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	81
Şekil 87. SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	82
Şekil 88. SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	82
Şekil 89. SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	82
Şekil 90. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri	83
Şekil 91. SS0,25 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	84
Şekil 92. SS0,25 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	84
Şekil 93. SS0,25 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	84
Şekil 94. SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	85
Şekil 95. SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği	85
Şekil 96. SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	85
Şekil 97. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri	86
Şekil 98. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	87
Şekil 99. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	87
Şekil 100. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	87
Şekil 101. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için statik kayma değerleri	88
Şekil 102. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	89
Şekil 103. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	89
Şekil 104. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	89
Şekil 105. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için statik devrilme değerleri.....	90

Şekil 106. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	91
Şekil 107. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	91
Şekil 108. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	91
Şekil 109. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri.....	92
Şekil 110. SS0,25 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	93
Şekil 111. SS0,25 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	93
Şekil 112. SS0,25 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	93
Şekil 113. SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	94
Şekil 114. SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	94
Şekil 115. SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	94
Şekil 116. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri.....	95
Şekil 117. SS0,25 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	96
Şekil 118. SS0,25 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	96
Şekil 119. SS0,25 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	96
Şekil 120. SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	97
Şekil 121. SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	97
Şekil 122. SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	97
Şekil 123. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri	98
Şekil 124. SS0,25 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	99
Şekil 125. SS0,25 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	99

Şekil 126. SS0,25 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	99
Şekil 127. SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	100
Şekil 128. SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	100
Şekil 129. SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	100
Şekil 130. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri.....	101
Şekil 131. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	102
Şekil 132. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	102
Şekil 133. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	102
Şekil 134. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için statik kayma değerleri.....	103
Şekil 135. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	104
Şekil 136. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	104
Şekil 137. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	104
Şekil 138. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için statik devrilme değerleri.....	105
Şekil 139. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	106
Şekil 140. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	106
Şekil 141. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	106
Şekil 142. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri.....	107
Şekil 143. SS0,25 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	108
Şekil 144. SS0,25 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	108
Şekil 145. SS0,25 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	108
Şekil 146. SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	109

Şekil 147. SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	109
Şekil 148. SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği	109
Şekil 149. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri	110
Şekil 150. SS0,25 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	111
Şekil 151. SS0,25 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	111
Şekil 152. SS0,25 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	111
Şekil 153. SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	112
Şekil 154. SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	112
Şekil 155. SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği	112
Şekil 156. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri	113
Şekil 157. SS0,25 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	114
Şekil 158. SS0,25 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	114
Şekil 159. SS0,25 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	114
Şekil 160. SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması taşıma gücü devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	115
Şekil 161. SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	115
Şekil 162. SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	115
Şekil 163. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri	116
Şekil 164. SS0,25 ve SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	117
Şekil 165. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği.....	117
Şekil 166. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği	117
Şekil 167. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için statik kayma değerleri	118

Şekil 168. SS0,25 ve SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	119
Şekil 169. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	119
Şekil 170. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği.....	119
Şekil 171. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için statik devrilme değerleri.....	120
Şekil 172. SS0,25 ve SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	121
Şekil 173. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	121
Şekil 174. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği.....	121
Şekil 175. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri.....	122

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
m	Konsol üst baslık kalınlığı
ΔP_{ac}	KDD'ye etkiyen dinamik kuvvet
ΔP_{ach}	KDD'ye etkiyen dinamik kuvvetin yatay bileşeni
ΔP_{aev}	KDD'ye etkiyen dinamik kuvvetin düşey bileşeni
ΣF_d	Kaymaya neden olan kuvvetler toplamı
$\Sigma F_R'$	Kaymaya karşı koyan kuvvetler toplamı
ΣM_O	Devrilmeye zorlayan momentlerin toplamı
ΣM_R	Devrilmeye karşı koyan momentlerin toplamı
ΣV	Toplam kuvvet
α	Tabanın yatayla yaptığı açı
A_c	KDD'nin birim uzunluğu için taban alanı
c	Drenajlı kayma mukavemeti
C_u	Drenajsız kayma mukavemeti
$\Delta \Pi_{\sigma v}$	Hidrodinamik su basıncı
e	Eksanteriste
E_{dev}	Devrilmeye neden olan kuvvetlerin oluşturduğu momentlerin
ϕ	İçsel sürtünme açısı
ϕ_d	Zeminin tasarım kayma direnci açısı
F_s	Kaymaya karşı güvenlik katsayısı
F_{sdev}	Devrilmeye karşı güvenlik sayısı
γ_{dev}	Devrilmeye karşı tasarım güvenlik kat sayısı
γ_k	Kuru zemin birim hacim ağırlığı
γ_{Rh}	Tasarım sürtünme direnci dayanım katsayısı
γ_{Rp}	Kaymaya karşı dayanım katsayısı
γ_{Rv}	Temel Taşıma Gücü katsayısı
G_s	Taşıma gücü
γ_{taban}	Temel zemininin birim hacim ağırlığı
k_1	Azaltma katsayısı
k_2	Azaltma katsayısı

K_a	Statik aktif toprak basıncı
K_{ad}	Dinamik etki altında toplam aktif basınç katsayısı
k_h	Yatay statik – eşdeğer katsayısı
K_p	Pasif toprak basıncı katsayısı
k_v	Düşey statik – eşdeğer katsayısı
P_a	Aktif toprak basıncı
P_h	Aktif toprak basıncı düşey bileşeni
P_p	Pasif toprak basıncı ön dolgu yükü
P_{su}	Hidrostatik su basıncı
P_t	Statik ve dinamik etki altındaki toprak basıncı bileşkesi
P_v	Aktif toprak basıncı yatay bileşeni
q_a	İzin verilebilir taşıma gücünü
q_k	Temel taşıma gücünün karakteristik dayanımı
q_{max}	Maksimum taşıma gücü
q_{max}	Tabanda oluşan maksimum gerilme
q_{min}	Tabanda oluşan minimum gerilme
q_o	Temel seviyesinde etkiyen düşey gerilme
$q_{sınır}$	Sınır taşıma gücü
r	Statik- eşdeğer deprem azaltma katsayısı
R_{dev}	Devrilmeye karşı direnen kuvvetlerin oluşturduğu momentlerin
R_{pk}	Karakteristik pasif direnç
R_{pt}	Tasarım pasif direnci
R_{th}	Kohezyonlu zeminlerde tasarım sürtünme direnci
S_{DS}	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
S_s	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
V_{th}	Tasarım yatay kuvveti
x	Bileşke kuvvetinin yeri
X_1	Gövde üst kalınlığı
X_2	Ön ampatman mesafesi
X_3	Gövde alt kalınlığı
X_4	Arka ampatman mesafesi
X_5	Temel kalınlığı

β	KDD arkası zemin yüzeyinin yataya göre eğim açısı
δ_d	Zemin ile duvar arasındaki sürtünme açısı
ψ	KDD sırtının düşeyle yaptığı açı
B'	Azaltılmış temel genişliği
$N\gamma$	Temel zemininin, ϕ kayma mukavemeti açısına bağlı taşıma
Nc	Temel zemininin, ϕ kayma mukavemeti açısına bağlı taşıma
Nq	Temel zemininin, ϕ kayma mukavemeti açısına bağlı taşıma
P'_0	Temel taban düzeyindeki efektif gerilme
c_{taban}	Temel zemininin kohezyonu
$q_{sınır}$	Sınır taşıma gücü
ϕ	Kayma mukavemeti açısı
θ	Sismik açı

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
DD-2	Deprem yer hareketi düzeyi
KDD	Konsol Dayanma Duvarı
MAE	Ortalama mutlak hata
MAPE	Ortalama mutlak yüzde hata
MdAE	Medyan mutlak hata
ME	Maksimum hata
MGD	Ortalama gama sapması
MPD	Ortalama poisson hatası
MSE	Ortalama kare hata
MSLE	Ortalama kare logaritmik hata
R2	R2 puanı
RMSE	Kök ortalama kare hata
SDS	Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
TBDY (2018)	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018
TS7994	Zemin Dayanma Yapıları Sınıflandırma Özellikleri ve Projelendirme Esasları Türk Standartları

1. GİRİŞ

İki farklı zemin kotu arasında oluşan yatay direnci engellemek amacı ile kullanılan dayanma duvarı tasarımları gelenekçi yöntem ile yapıldığında izlenen adım ön boyutlandırma yapılarak kayma, devrilme ve taşıma gücü tahkiklerin gerçekleştirilmesidir. Deprem yüküne maruz dayanma duvarı tasarımında bahsedilen tahkikler için TBDY 2018’de verilen güvenlik sayısı faktörlerine uygun sonuçlar bulunana kadar boyutlandırmada arttırma ve azaltma işlemlerinin tekrarı ile yapılmaktadır. Geleneksel tasarımda kullanılan bu yöntem oldukça zaman almakta ve güvenli tasarıma ulaşmada zaman ve maliyet kaybına da yol açmaktadır.

Ancak geçmişten günümüze endüstriden sağlık sektörüne her alanda yaygınlaşmaya başlayan, zaman ve maliyet konusunda oldukça verimli geri dönüşler sağlayan yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar yapay zeka ve alt dalları olan makine öğrenmesi, bulanık mantık, yapay sinir ağları gibi algoritmalarından oluşmaktadır. Yapay zeka alt dallarının farklı metotlarda çalışan algoritmaları bulunmaktadır. Bu algoritmalar bizlere farklı yaklaşımlar ile daha doğru sonuçlara ulaşabilme konusunda alternatif olmuştur.

Güncel hayat problemlerinden fizik problemlerine kadar kullanılan yapay zeka, yapay zeka sinir ağları, bulanık mantık ve makine öğrenmesi gibi konular bir çok araştırma ve çalışma alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle inşaat mühendisliği geoteknik analibilim dalının alt konularından zemin özellerikleri ve içerdikleri su miktarları gibi konuların tahmini yanısıra dayanma duvarı ile ilgili betonarme, boyutlandırma yada güvenlik sayısı tahminlerinde de başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlardan bazıları literatür araştırmaları bölümünde verilmiştir.

Tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde tez çalışmam ile ilgili giriş yapılmış olup konu, kapsam ve önemine dair bazı noktalara dağınılmıştır.

İkinci bölüm tez çalışma alanım içerisine giren yapay zekanın alt dallarından makine öğrenmesi bulanık mantık gibi alt dalların geoteknik alanda kullanılan literatür çalışmalarına yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde dayanma duvarının kullanım alanları önemi ve statik ile dinamik yükler altında kaymaya karşı, devrilmeye karşı ve taşıma gücü hesaplamalarının açıklamaları ve gerekli yönetmeliklerce izahatları yapılmıştır.

Dördüncü bölüm güvenlik sayısı tahmininde kullanılan k-en yakın komşu, rastgele orman ve karar ağaçları algoritmaları hakkında genel olarak çalışma tekniklerini aktaran bilgiler verilmiştir. Ayrıca, bu bölümde veri setinin nasıl oluşturulduğu ve performans değerlendirme metriklerinden hangilerinin kullanıldığına ayrıca kullanılan metriklerin matematiksel açıklamalarına yer verilmiştir.

Beşinci bölümde analiz sonuçları başlığı altında Oluşturulan veri setinden elde edilen güvenlik sayılarına dair performans değerlendirme sonuçları bu bölümde verilmiş olup sonuç ve tartışmalar altıncı bölümde toplanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Geoteknik mühendisliğinde iki farklı zemin arasında oluşan yatay direnci önlemek amacı ile dayanma yapıları kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemler ile dayanma duvarı tasarımları zaman almasına rağmen günümüz gelişen teknoloji ile kısa sürede tahmine dayalı sonuçlar elde etmek ve bunları mühendislik bilgilerimiz ile yorumlayarak doğru sonuca daha kısa sürede ulaşmak mümkündür. Gelişen teknoloji ile hayatımıza giren yapay zekâ ve alt dalları olan makine öğrenmesi, bulanık mantık, yapay sinir ağları gibi yöntemler geoteknik alanında kullanılmaya başlanmıştır. Geoteknik alanda yapay zekâ ve alt dalları ile ilgili yapılan literatür çalışmaları bu bölümde verilmiştir.

Puri vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada Haryana eyaletindeki hemen hemen her ilçeyi kapsayan 1053 sondaj noktasından 50 m derinliğe kadar yerinde yoğunluk, likit limit (LL) ve boşluk oranı (e) kullanılarak sıkıştırma indeksi (Cc) ve kohezyon (c) ve iç sürtünme açısı (ϕ) ile SPT N-değeri arasındaki ilişki incelenmiş genel benzerlik göstermeyen veriler hariç tutularak model oluşturulmuş. Korelasyon (R^2) ve ortalama mutlak değer teknikleri kullanılarak yapılan çalışmada korelasyon sayılarının yakın aralıkta olması geliştirilen tüm modellerin bireysel olarak doğruya yakın değerler verdiğini göstermiştir. Elde edilen veriler ile mevcut çalışma karşılaştırıldığında sonuçların mevcut çalışmaya yakın uyum içerisinde olduğu belirtilmiştir.

Öztürk (2014) yapmış olduğu çalışmada dinamik yükler altında sismik etkilerden dolayı kalıcı yer değiştirme tahminini yapmak için yapay sinir ağları kullanılmıştır. İstinat duvarlarının parametreleri donatı uzunluğu, donatı aralığı, duvar yüksekliği ve kaplama tipi seçilmiş olup harmonik hareket parametreleri 3 farklı maksimum yer ivmesi 3Hz frekansı ve 6sn den oluşturulmuştur. Yapay sinir ağları regresyon kat sayısının 0.99 olması sebebi ile yapılan çalışmada yapay sinir ağı tarafından öngörülen yer değiştirmeler ve deformasyon sınıflandırmasının sonlu eleman analizleri sonuçlarıyla uyumu başarılı olduğu bulunmuştur.

Karşlıoğlu vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada zemin özelliklerinin belirlenmesi ve zemin davranışının açıklanmasına yönelik yeni nesil yöntemlerin tanıtılması amaçlanmıştır. Yapay sinir ağları bulanık mantık gibi tekniklerin kullanımlarının arttığını savunmuş ayrıca yeni teknikler kullanılarak yapılan çalışmalardan örneklerle açıklamaları ile yer vermişlerdir. Son olarak üretilen modelin bir kez eğitilip test

edildikten sonra, belirlenen koşullar altında yerleşimlerin tahmini için doğru ve hızlı bir araç olarak kullanılabilirliklerinden dolayı yapay sinir ağlarının geleneksel regresyon yöntemlerine göre avantajlı bir yöntem olduğunu vurgulamışlardır.

Arama vd. (2021) çalışmasında rastgele orman yöntemi ile düşük plastisiteli kil sınıfından 665 adet zeminin likit limit, plastik limit ve su muhtevası deney sonuçlarından bir veri seti oluşturarak Python yazılımı ile tek ve çok değişkenli regresyon analizleri yapmışlardır. Likit limit, derinlik, su muhtevası ve doğal birim hacim ağırlığı değerleri bireysel veya gruplar halinde girdi parametreleri olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçlarının plastisite indisi tahminindeki etki oranları araştırılmıştır. Ayrıca deneylerden elde edilen veri tutarsızlıkları sebebi ile düşen tahmin oranı göz ardı edilmemiş Rastgele Orman yöntemi ile iyileştirilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar Rastgele Orman yönteminin düşük plastisite indis değerleri tahmininde kullanılabilir olduğu kanaatine varmışlardır.

Alias vd. (2015) tarafından yapılan çalışmadaki amaç yapay sinir ağları ile güçlendirilmiş betonarme istinat duvarlarının dış stabilite değerlerinin tahminindeki performansını değerlendirmektir. Tek ve üç sonuç veren iki tür yapay sinir ağ modelini duvar yüksekliği, eğim açısı ve sürşarj yükünden oluşan üç giriş parametresine sahip 235 farklı istinat duvarı tasarımları kullanılmış ve sonuç değerleri kaymaya güvenlik kat sayısı, devrilme katsayısı ve taşıma gücü olarak belirlenmiştir. Yapay sinir ağlarının doğruluk belirleme katsayısı (R^2) ve ortalama karekök hata değeri hesaplama yöntemleri kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Doğruluk belirleme kat sayısına göre tek çıkışlı modelin sonuçlarının bire daha yakın olmasından dolayı üç çıkışlı modelden daha iyi olduğu ancak ortalama karekök hata değeri açısından karşılaştırıldığında üç çıkışlı modelin değerlerinin sifıra yakın olmasından dolayı tek çıkışlı modelden daha iyi olduğu savunulmuştur.

Chen vd. (2019) istinat duvarlarının 8000'den fazla tasarımı dinamik analiz yapılan bu çalışmada güvenlik sayısı tahmini için yeni yapay sinir ağları yöntemleri araştırılmış ve karşılaştırmaları yapılmıştır. Güvenlik sayısı tahmininde emperyalist rekabetçi algoritma (ICA)-yapay sinir ağı (ANN) ve genetik algoritma (GA)-ANN sistemleri denenmiştir. Kullanılan algoritmaların güvenlik sayısı tahminini yüksek oranda doğru yaptığını ve mühendislik tasarımları ile yaklaşımların hibrit olarak kullanılabilceği belirtilmiştir.

Samui vd. (2019) binaların altındaki zemin katmanlarının oturmasını tahmin etmek, zemin sıkıştırma katsayısının tahminini için hibrit bir meta-sezgisel optimize edilmiş sinir ağı (NN) kullanmışlardır. Çalışma alanı olarak Hai Phong şehrinde (Vietnam) büyük ölçekli bir gerçek yaşam kentsel projesi seçilmiştir. Bu projenin inşaat aşamasında 441 numuneden oluşan bir veri seti ve bunlara karşılık gelen sıkıştırma katsayısı elde edilmiştir. Yapay Arı kolonisi (ABC)- Levenberg-Marquardt (LM) den oluşan hibrit eğitim algoritması ile önerilen NN modelinin, belirleme katsayısı (R^2) = 0.864, ortalama karekök hatası (RMSE) = 0.008, ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE) = %10.180 ile toprak sıkıştırma katsayısını yüksek oranda doğru hesapladığı tespit edilmiştir.

Sulewska (2017), çok katmanlı algılayıcı (MLP) sinir ağlarının geoteknik alanda uygulanmasına yönelik tartışmalar içeren bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışma kapsamında söz konusu olan geoteknik alandaki ele alından konular aşırı konsolidasyon oranını belirlenme tahmini, potansiyel zemin sıvılaşmasının belirlenmesi, temel oturmasının tahmini, kazıkların taşıma kapasitesinin değerlendirilmesi, kohezyonlu zeminler için sıkıştırma parametrelerinin tahmini, kohezyonsuz zeminlerden oluşan dolguların sıkıştırma kontrolünden oluşmaktadır.

Kurnaz vd. (2016) bu çalışmada yapay sinir ağlarından bir model oluşturularak ince taneli zeminler için sıkıştırılabilirlik tahmini değerlendirmesi yapmıştır. Giriş parametreleri doğal su içeriği, başlangıç boşluk oranı, likit limit ve plastisite indeksi olarak alınmıştır. Çıktı parametreleri sıkıştırma indeksi ve yeniden sıkıştırma indeksi olacak şekilde model oluşturulmuştur. Ölçülen ve tahmin edilen değerlerin karşılaştırılması için istatistiksel ölçüler olarak korelasyon katsayısı (R^2) ve ortalama karesel hata (MSE) kullanılan çalışmada alınan sonuçlara göre yapay sinir ağları sıkıştırma indisi tahmininde başarılı iken yeniden sıkıştırma indisi tahmininin de uygun olmadığı belirtilmiştir.

Gökkuş vd. (2018), çalışma da ters T şeklindeki betonarme istinat duvarının beton hacmi ve gerekti donatı miktarı tahmini için yapay arı algoritması tarafından eğitilmiş yapay sinir ağları modeli kullanılmıştır. Çalışma girdileri zemin ve duvar özellikleri olarak model eğitilmiştir çıktılar ise betonarme istinat duvarlarının stabilite analizinin ardından, yapısal ve betonarme analizleri, Betonarme Yapılarda Tasarım ve Yapım Şartları Türk Standardına (TS500-2000) göre ayarlanmıştır. Elde edilen beton hacmi ve donatı miktarı

tahminlerinin ön tasarım için uygun olduğu ve yapılacak çalışmalarda eğitilen modelin kullanılabilceği söylenmiştir.

Trkz (2007) tarafından yapılmış olan çalışma içerisinde uygulama yapılan alandan elde edilen numunelerin laboratuvar ortamında incelenmesi ile veriler elde edilmiştir. Bazı fiziksel özellikler ele alınarak bunların şişme yüzdesi ve şişme basıncı üzerindeki etkisi Bulanık mantı, çoklu regresyon ve yapay sinir ağları kullanılarak değerleri tahmin edip yöntemlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Fiziksel zelliklerin çokluğu tahmini zorlaştırdığından istatistiksel yöntem olarak korelasyon ve regresyon yöntemleri kullanılmıştır. Bu sayede fiziksel özellikleri şişme potansiyeline etkisini toplu ve bireysel olarak değerlendirme imknı sağlanmıştır. Elde edilen değerlendirme sonuçlarına göre numunenin örselenmesi, sıkıştırılması gibi değişkenlik gösteren durumlarda kıyaslanan  yöntemin birbirine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

3. BETONARME KONSOL DAYANMA DUVAR TASARIMI

TS 7994 (1990)'e göre iki farklı düzeydeki zeminde oluşan yanal toprak etkisini güvenli bir şekilde karşılayan, zemini destekleyerek doğal şev açısını almasını önleyen yapı elemanlarına dayanma yapıları denmektedir. Yine TS 7994 (1990)'e göre bu dayanma yapıları rijit, yarı rijit ve esnek olarak üç ana grupta incelenmektedir (Kalemci, 2021).

Konsol dayanma duvarları yatay kuvvet etkisi ile deformasyon gösterme oranı yok denilebilecek kadar az olan yapılardan biri olduğu için rijit dayanma duvarları kategorisinde yer almaktadır. İki farklı zemin kotu arasında oluşan yanal yükü dengelemek amacı ile yapılan konsol dayanma duvarlarının uygulandığı zemin özellikleri, yüksekliği ve kullanılacak malzeme seçeneklerin artması ise uygulanacak konsol dayanma duvarı seçenek sayısında artmaktadır (Uray, 2020).

Bir dayanma duvarı tasarımı için duvara etkiyen yatay ve düşey yöndeki kuvvetlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu kuvvetler, duvarın kendi ağırlığı, aktif toprak basıncı, pasif zemin basıncı, duvar önündeki zemin basıncı, yeraltı suyunun oluşturduğu basınçlar, deprem etkisi, don tesiri, üst yük (sürşarj) etkisi olarak özetlenebilir.

3.1. Statik Yüke Maruz Dayanma Duvarı Tasarımında Tahkikler

Bir dayanma duvarı tasarımında, dayanma duvarına etkiyen kuvvetler belirlendikten sonra duvar için bir ön boyutlandırma yapılır. Ön boyutlandırması yapılan duvarın stabilitesini belirlemek üzere çeşitli tahkikler yapılmalıdır. Bu tahkikler stabilite analizlerinde, dayanma duvarının devrilmeye, kaymaya, temel zeminin ise taşıma gücü karşı güvenliği kontrol etmektir.

3.1.1. Kayma tahkiki

Dayanma duvarı temel tabanı ile zemin arasındaki etkileşim ve düşeydeki toplam ağırlığı etkisiyle temel tabanında oluşan sürtünme kuvveti kaymaya karşı olarak çalışır. Ayrıca, dayanma duvar ön kısmında bulunan zemin derinliği boyunca pasif bölge zemin itkisi de kaymaya karşı çalışan bir kuvvettir. Kohezyonsuz tek tabakalı zemin ortamında dolgu sürşarj yük ve yeraltı suyunun bulunmadığı durumda kayma tahkikinde dikkate alınan kuvvetler genel olarak Şekil 1' de gösterilmiştir (Uray, 2020).



Şekil 1. Dayanma duvarında kayma tahkiki

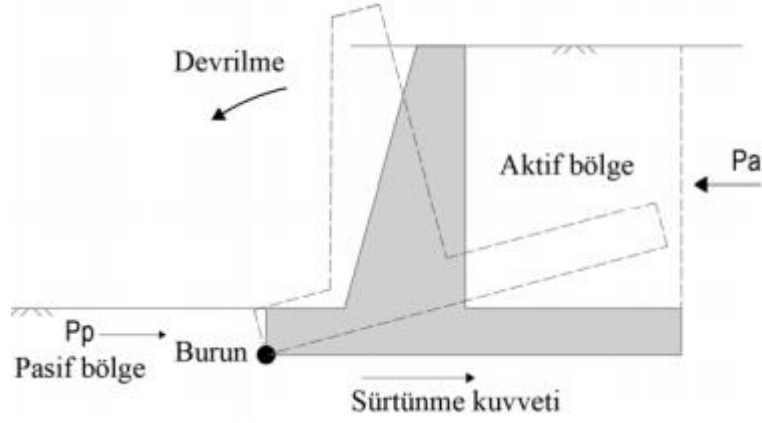
(Kaynak: Uray, 2020)

Dayanma duvarının kayma güvenliği, kaymaya karşı koyan kuvvetlerin kaydırmaya çalışan kuvvetlere oranı olarak Denklem 1' de verildiği gibi tanımlanmıştır. Seçilen duvar boyutlarına göre yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen kayma güvenlik sayısı granüler zeminde 1,5 olarak verilmiştir (Yıldırım, 2002).

$$F_s = \frac{\sum F_R}{\sum F_d} \geq 1.5 \quad (1)$$

3.1.2. Devrilme tahkiki

Dayanma duvar tasarımında, H duvar yüksekliği kadar etki eden aktif basınç kuvveti duvarı burun noktasından dönmeye zorlarken düşey duvar ağırlıklarının ve pasif zemin basınç kuvvetinin burun noktasına göre oluşturduğu moment bu dönmeye karşı koymaktadır. Kohezyonsuz tek tabakalı zemin ortamında dolgu sürşarj yük ve yeraltı suyunun bulunmadığı durumda devrilme tahkikinde dikkate alınan kuvvetler genel olarak Şekil 2 'de gösterilmiştir (Uray, 2020).



Şekil 2. Dayanma duvarında devrilme tahkiki

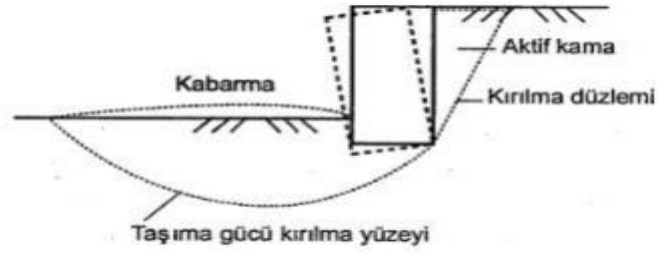
(Kaynak: Uray,2020)

Dayanma duvarının devrilme güvenliği, devrilmeye karşı koyan momentin devirmeye çalışan momente oranı olarak Denklem 2’ de verildiği gibi tanımlanmıştır. Seçilen duvar boyutlarına göre yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen devrilme güvenlik sayısı granüler zeminde 2,5 olarak verilmiştir.

$$F_{sdev} = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_O} \geq 2.5 \quad (2)$$

3.1.3. Taşıma gücü tahkiki

Dayanma duvarının statik ve dinamik yük altında tabanında oluşturacağı basıncının Şekil 3’ te verildiği üzere zemin taşıma gücünden fazla olmaması yani zemin tarafından taşınabilmesi gerekmektedir. Bu durum dayanma duvarının tabanında oluşacak maksimum gerilmenin, zemin taşıma gücünden az olması ile mümkün kılınabilir. Yükler altında oluşan maksimum gerilme ancak sığ ve derin temellerin yapılması ile azaltılabilir bu durumda dayanma duvarlarının temeli sığ temel çeşidi olan şerit temel başlığı altında incelenir.



Şekil 3. Dayanma duvarlarında taşıma gücü yetersizliği

(Kaynak: Uzuner, 2014)

Şerit temel olan dayanma duvarı temeli, temel tabanında oluşan momentlerden dolayı eksantrik olarak yüklenir. Temel tabanında birim uzunluk için oluşacak enine eksantrisite değeri, duvara etkiyen kuvvetlerin temel taban ortasına göre momentleri toplamının, duvara etkiyen düşey yükler toplamına oranlanmasıyla elde edilmektedir. (Kalemci, 2021)

Bileşkenin yeri Denklem 3’te verilen koşulu sağlamalıdır.

$$\frac{B}{3} < \frac{\sum M_{R(karşı koyan)} - \sum M_{O(deviren)}}{\sum V} < \frac{2B}{3} \quad (3)$$

Burada;

$\sum V$: Düşey yöndeki kuvvetlerin toplamı

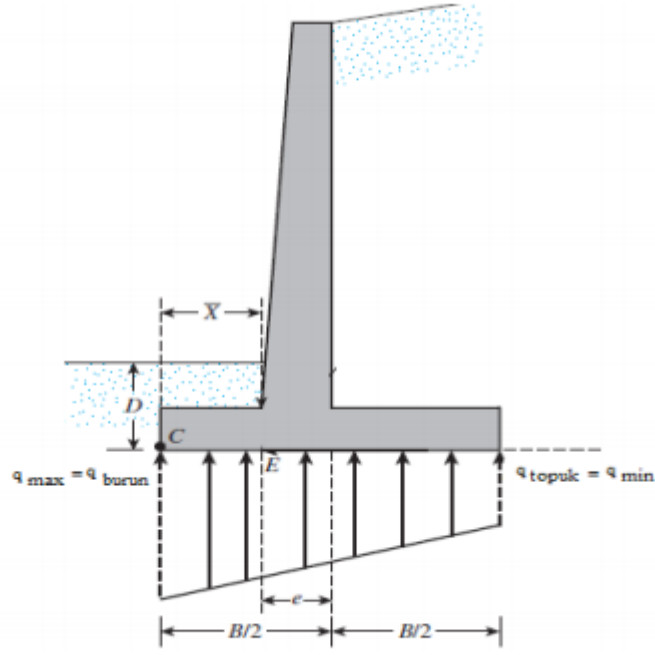
$\sum M_{O(deviren)}$: Duvarın burun noktasına göre duvarı devirmeye çalışan momentler toplamı

$\sum M_{R(karşı koyan)}$: Duvarın burun noktasına göre duvarın devrilmesine karşı koymaya çalışan momentler toplamıdır.

Eksantrisite ise Denklem 4’te verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum M_{R(karşı koyan)} - \sum M_{O(deviren)}}{\sum V} \quad (4)$$

Statik ve dinamik yük altında taban basınçlarının minimum ve maksimum değerleri Şekil 4 ‘de gösterildiği üzere oluşur. Oluşan maksimum taban basıncı burundaki taban basıncını ifade ederken minimum basınç ise topuktaki basıncı ifade etmektedir.



Şekil 4. Konsol dayanma duvarında taban basınçları

(Kaynak: Das, 2016b)

Minimum ve maksimum taban basınçları Denklem 5'te verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$q_{min, max} = \frac{\Sigma N}{B} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right) \quad (5)$$

Bu bağıntı, $e \leq B/6$ şartının sağlandığı durumlarda geçerlidir. Burada B, eksantrisitenin olduğu doğrultudaki temel taban uzunluğudur. $e \geq B/6$ durumunda taban basınçları Denklem 6'deki gibi ifade edilmektedir.

$$q_{min, max} = \frac{2 \Sigma N}{3\left(\frac{B}{2} - e\right)} \quad (6)$$

Eksantrik yüklü şerit temelin sınır taşıma gücü hesabı için Meyerhof (1953), azaltılmış genişlik yöntemini diğer adıyla Meyerhof yöntemini önermiştir. Azaltılmış genişlik yöntemine göre; temelin taşıma gücünün, eksantrisitenin yer aldığı boyutunun (B) eksantrisite değerinin 2 katı ($2e$) kadar azaltılarak elde edilen azaltılmış genişliğe (B') göre hesaplandığı ve böylece temelin merkezi yüklü olarak taşıyabileceği yükü taşıdığı varsayılır (Kalemci, 2021). Azaltılmış genişlik ifade edildiği üzere Denklem 7' de verilmiştir.

$$B' = B - 2e \quad (7)$$

Şerit temel için Meyerhof' a göre temelin sınır taşıma gücü formülü Denklem 8'te verilmiştir.

$$q_{sınır} = c_{taban}N_c + P'_0N_q + 1/2 \gamma_{taban}N_\gamma B' \quad (8)$$

Burada;

$q_{sınır}$: Sınır taşıma gücü (kN/m^2)

c_{taban} : Temel zemininin kohezyonu kN/m^2

P'_0 : Temel taban düzeyindeki efektif gerilme kN/m^2

γ_{taban} : Temel zemininin birim hacim ağırlığı kN/m^3

B' : Azaltılmış temel genişliği (m)

N_c, N_q, N_γ : Temel zemininin, ϕ kayma mukavemeti açısına bağlı taşıma gücü katsayılarıdır.

Meyerhof taşıma gücü katsayıları Tablo 2'de verilmiştir.

Taşıma gücü güvenlik katsayısı, sınır taşıma gücü ile tabanda oluşan maksimum basıncın oranlanması ile Denlem 9' da verildiği üzere hesaplanır (Das, 2016b).

$$G_S(\text{taşıma gücü}) = \frac{q_{sınır}}{q_{max}} \quad (9)$$

Duvarda oluşan minimum gerilme değerinin sıfır ya da sıfıra yakın olması taşıma gücü açısından uygun kabul edilmektedir. Taşıma gücü için güvenlik sayısı konsol dayanma duvarlarında kil zemin için 2, kum zemin için 3 olarak alınabilmektedir (TS 7994, 1990).

3.2. Dinamik Yüke Maruz Dayanma Duvarı Tasarımında Tahkikler

Yapılan çalışma kapsamında dinamik etki altındaki dayanma duvarında oluşan aktif ve pasif toprak basınçlarının hesabında kullanılan yatay statik-eşdeğer deprem katsayısı k_h ve düşey statik-eşdeğer deprem katsayısı k_v deprem yönü yukarı olacak şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 1. Dayanma duvarları için r katsayıları

Dayanma Yapısının Tipi	r
En fazla 120 SDS(mm) yerdeğiştirmeye izin verilen ağırlık tipi duvarlar	2.0
En fazla 180 SDS(mm) yerdeğiştirmeye izin verilen ağırlık tipi duvarlar	1.5
Ankrajlı duvarlar, yerdeğiştirmesine izin verilmeyen ağırlık tipi duvarlar	1.0

Denklem 10 ve denklem 11’de verilen S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, r : statik - eşdeğer deprem azaltma katsayısı TBDY Tablo 16.7’den elde edilen Tablo 1’de verildiği üzere dayanma duvarı yapısının türüne göre seçilebilen parametrelerden oluşmaktadır.

$$\text{Yatay statik – eşdeğer katsayısı : } k_h = 0,4 \times \frac{S_{DS}}{r} \quad (10)$$

$$\text{Düşey statik – eşdeğer katsayısı: } k_v = 0,5 \times k_h \quad (11)$$

Aktif ve pasif toprak basınçlarının hesabında kullanılan yatay statik-eşdeğer deprem katsayısı k_h ve düşey statik-eşdeğer deprem katsayısı k_v değer sonuçları dayanma duvarının arkasındaki su seviyesinin temel taban seviyesi altında olması durumunda (θ) sismik açı denkleminde kullanılır. Yapılan çalışmada düşey deprem yükünün yukarı doğru etki ettiği durum baz alınarak (+ k_v) elde edilen sismik açı ile tahkikler yapılmıştır.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v} \right) \quad (12)$$

3.2.1. Kayma tahkiki

Dinamik etki altında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre dayanma yapılarının yatayda kaymaya karşı tahkikleri yüzeysel temellerde olduğu gibi yapılacağı ve Denklem 13’da ki koşulu sağlaması gerektiği belirtilmektedir.

$$V_{th} \leq R_{th} + 0,3R_{pt} \quad (13)$$

Tasarım sürtünme direnci R_{th} kohezyonlu zeminlerde (drenajsız durumda) Denklem 4 ile hesaplanmıştır. Denklem 14’de yer alan A_c duvarın birim uzunluğu için taban alanıdır. C_u taban zemininin drenajsız kayma mukavemetidir.

$$R_{th} = \frac{A_c \times C_u}{\gamma_{Rh}} \quad (14)$$

Tasarım pasif direnci R_{pt} , karakteristik pasif direnç R_{pk} ’nın dayanım katsayısı γ_{Rp} ’ a bölünmesi ile Denklem 15’e göre hesaplanır:

$$R_{pk} = K_p (1 - k_v) 0,5 \gamma (D)^2 \quad (15)$$

$$R_{pr} = \frac{R_{pk}}{\gamma_{Rp}} \quad (16)$$

3.2.2. Devrilme tahkiki

Dinamik durum için dayanma yapısının devrilmeye karşı güvenliğinin olması için Denklem 17'deki koşul sağlanmalıdır:

$$\gamma_{Rdev} = \frac{R_{dev}}{E_{dev}} \geq 1.3 \quad (17)$$

R_{dev} devrilmeye karşı direnen kuvvetlerin (duvarın zati ağırlığı ve arka ampatman üzerindeki zemin ağırlığı) oluşturduğu momentlerin toplamını, E_{dev} ise devrilmeye neden olan kuvvetlerin (duvar arkası aktif toprak basıncı) oluşturduğu momentlerin toplamını, γ_{dev} devrilmeye karşı tasarım güvenlik kat sayısı ifade etmektedir.

3.2.3. Taşıma gücü tahkiki

Deprem etkisi altındaki dayanma duvarının taşıma gücü tahkikinde q_0 değeri temel seviyesinde etkiyen düşey gerilme olarak hesaplanıp daha sonra Meyerhof'a göre q_t temelin sınır taşıma gücü hesaplanır.

$$q_0 = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + P_v}{Alan} \quad (18)$$

Şerit temel için Meyerhof'a göre temelin sınır taşıma gücü formülü Denklem 19'da verilmiştir. Denklemde $k_1 = 1$ ve $k_2 = 0,5$ olacak şekilde alınmıştır.

$$q_{sınır} = k_1 c_{taban} N_c + P'_0 N_q + k_2 \gamma_{taban} N_\gamma B' \quad (19)$$

Burada;

$q_{sınır}$: Sınır taşıma gücü (kN/m^2)

c_{taban} : Temel zemininin kohezyonu kN/m^2

P'_0 : Temel taban düzeyindeki efektif gerilme kN/m^2

γ_{taban} : Temel zemininin birim hacim ağırlığı kN/m^3

B' : Azaltılmış temel genişliği (m)

N_c , N_q , N_γ : Temel zemininin, Φ kayma mukavemeti açısına bağlı taşıma gücü katsayılarıdır.

Meyerhof taşıma gücü katsayıları Tablo 2’de verilmiştir.

Taşıma gücü güvenlik katsayısı, sınır taşıma gücü ile tabanda oluşan maksimum basıncın oranlanması ile Denlem 20’ de verildiği üzere hesaplanır(Das, 2016b).

$$1,4 \leq \frac{q_{sınır}}{q_0} \quad (20)$$

Duvarda oluşan minimum gerilme değerinin sıfır ya da sıfıra yakın olması taşıma gücü açısından uygun kabul edilmektedir. Taşıma gücü için güvenlik sayısı konsol dayanma duvarlarında kil zemin için 2, kum zemin için 3 olarak alınabilmektedir (TS 7994, 1990).

Tablo 2. Meyerhof taşıma gücü katsayıları

ϕ (°)	N_c	N_q	N_γ	ϕ (°)	N_c	N_q	N_γ	ϕ (°)	N_c	N_q	N_γ
0	5,70	1,00	0,00	17	14,60	5,45	2,18	34	52,64	36,50	38,04
1	6,00	1,10	0,01	18	15,12	6,04	2,59	35	57,75	41,44	45,41
2	6,30	1,22	0,04	19	16,57	6,70	3,07	36	63,53	47,16	54,36
3	6,62	1,35	0,06	20	17,69	7,44	3,64	37	70,01	53,80	65,27
4	6,97	1,49	0,10	21	18,92	8,26	4,31	38	77,50	61,55	78,61
5	7,34	1,64	0,14	22	20,27	9,19	5,09	39	85,97	70,61	95,03
6	7,73	1,81	0,20	23	21,75	10,23	6,00	40	95,66	81,27	115,31
7	8,15	2,00	0,27	24	23,36	11,40	7,08	41	106,81	93,85	140,51
8	5,60	2,21	0,35	25	25,13	12,72	8,34	42	119,67	108,75	171,09
9	9,09	2,44	0,44	26	27,09	14,21	9,34	43	134,58	126,50	211,56
10	9,61	2,69	0,56	27	29,24	15,90	11,60	44	151,95	147,74	261,60
11	10,16	2,98	0,69	28	31,61	17,81	13,70	45	172,28	173,28	325,34
12	10,76	3,29	0,85	29	34,24	19,98	16,18	46	196,22	204,19	407,11
13	11,41	3,63	1,04	30	37,16	22,46	19,13	47	224,55	241,80	512,84
14	12,11	4,02	0,26	31	40,41	25,28	22,65	48	258,28	287,85	650,87
15	12,86	4,45	0,52	32	44,04	28,52	26,87	49	298,71	344,63	831,99
16	13,68	4,92	0,82	33	48,09	32,23	31,94	50	347,50	415,14	1072,80

(Kaynak: Das, 1999)

4. MAKİNE ÖĞRENMESİ

Günümüzde gelişen teknoloji ile oldukça ön plana çıkan makine öğrenmesi yapay zekanın alt dalı olarak kendini geliştirmektedir. Denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenme olmak üzere iki farklı grupta incelenen makine öğrenmesinin birden fazla algoritması vardır. Denetimsiz öğrenmede sistem eğitilmez ancak model verilerden öğrenir. Denetimli öğrenme algoritması ise bilinen bir girdi verisi seti ve verilere bilinen yanıtları alır, ardından yeni verilere yanıt için makul tahminler oluşturmak üzere bir modeli eğitir.

4.1. Algoritmalar

Tez çalışması kapsamında makine öğrenmesi algoritmalarından denetimli öğrenme kategorisi ele alınmıştır. Denetimli öğrenme iki farklı başlık altında incelenir bunlar; sınıflandırma ve regrasyondur. Çalışmamızda regrasyon alt dalından k-en yakın komşu algoritması, rastgele orman ve karar ağaçları algoritmaları konsol dayanma duvarı stabilite güvenlik katsayıları tahmini için incelenmiştir. Algoritmalar python dilinde yazılmış olup görselleştirmeler için matplotlib, hızlı hesaplamalar için numpy, grafiklerin çizimi için seaborn, veri işleme ve analiz için ise pandas kütüphanelerinden yararlanılmıştır.

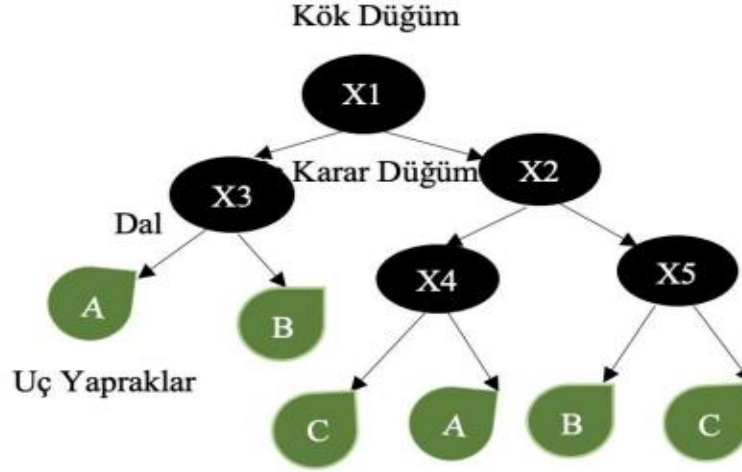
4.1.1. K-en Yakın Komşu Algoritması

K-en yakın komşu algoritması, tahmin edilecek değeri bağımsız değişkenlerin oluşturduğu sınıflardan hangisine yakın olduğu bilgisiyile sınıfını tahmin etmek için kullanılan algoritmadır. K-en yakın komşu algoritması hem sınıflandırma hemde regrasyon algoritması olarak kullanılabilir. Regrasyon algoritması olarak kullanılırken en yakın komşularının ortalaması alınarak çıktı değeri elde edilir. Elde edilen değer, cismin özellik değeridir.

4.1.2. Karar Ağaçları Algoritması

Karar ağaçları makine öğrenmesinin denetimli öğrenme yöntemlerinden biridir. Karar ağaçları Şekil 5’da verildiği üzere kök düğüm, iç karar düğümleri, dal ve uç yapraklardan oluşmaktadır. Verilerin eğitim ve test diye ayrıldıktan sonra test edildiği ve dalların hangi

yöne eğileceklerini belirleyen iç karar düğümleridir. Eğilmesine yön verecek olan sorulara cevap verecek olan dallardır. Bulduğu etiket ise uç yapraklar olarak tanımlanmaktadır.(Çakır,2021)

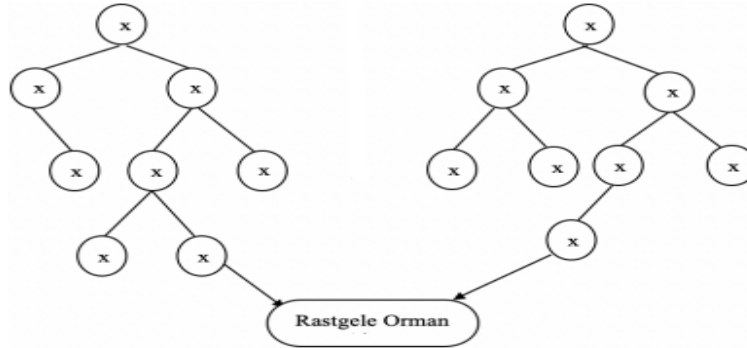


Şekil 5. Karar ağaçları çalışma düzeni

(Kaynak: Çakır,2021)

4.1.3. Rastgele Orman Algoritması

Makine öğrenme algoritmalarından denetimli öğrenme başlığı altında incelenen rastgele orman algoritması hem sınıflandırma hem regresyon tahminlerinde kullanılır. Kendi arasında ilişki bulundurmeyen karar ağaçları topluluğu ile oluşturulan rastgele orman algoritmasının çalışma prensibinde, Şekil 6'da gösterildiği üzere bağımlı ve bağımsız özelliklere bakılarak ilişkiler oluşturulur. Oluşturulan ilişkiler öğrenilerek bir değeri tahmin eden rastgele orman algoritması modeli oluşur.



Şekil 6. Rastgele orman algoritması çalışma prensibi

(Kaynak: Akman,2010)

4.2. Algoritmaların Değerlendirilmesi

Yapay zeka ve alt dalları olan sinir ağları, makine öğrenmesi, bulanık mantık gibi sınıflandırma ve tahmin işlemleri yapmak için kullanılan programlarda performans değerlendirme işlemleri yapılmaktadır. Tez çalışmamda makine öğrenmesi algoritmalarından k-en yakın komşu algoritması, rastgele orman algoritması ve karar ağaçları algoritması için gerçek ve tahmini değer arasında hata miktarlarını 10 farklı hata metriği kullanarak başarı oranları kıyaslanmıştır. Kullanılan metrikler formülasyonları ile birlikte aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Kök ortalama kare hata, oluşturulan makine öğrenmesi modelinin gerçek ve tahmin değerleri arasındaki farkın standart sapması olarak yorumlanmaktadır. Kök ortalama kare hata değeri Denklem 21' verildiği üzere hesaplanıp elde edilen sonucun 0 ile sonsuz arasında değişkenlik göstermesi ile modelin başarı oranı yorumlanmaktadır. Kök ortalama kare hata değerinin sıfıra yakın olması modelin başarılı olduğunu ifade etmektedir.(URL 1)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_j^2} \quad (21)$$

- Ortalama kare hata bir modelin oluşturduğu regresyon eğrişi üzerinde tahmin edilen değerlerin eğriye olan mesafesinin hesaplanması ile elde edilmektedir. Ortalama kare hata değeri Denklem 22' dan elde edilen sonuca göre modelin başarı değerini ölçmemize yarayan metriklerden biridir. Ortalama kare hata değeri 0 ile sonsuz arasında değişkenlik gösterirken elde edilen sonucun 0 a yakın olması modelin başarı olduğunu göstermektedir. (URL 1)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_j^2 \quad (22)$$

- Ortalama mutlak yüzde hata, regresyon problemlerinin hata değerlendirme metriklerinden biri olarak kullanılmaktadır. Ortalama mutlak yüzde hata metriği Denklem 23' de verildiği üzere modelin tahmin ettiği verilerin gerçek değerler ile olan yüzdelik hataların mutlak değerleri toplamlarının ortalamasını alacak şekilde hesaplanır.(URL 2)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{Ie_j I}{|A_j I|} \quad (23)$$

- Ortalama mutlak hata gerçek verilerin en iyi tahminleri arasındaki yatak ve dikey mesafelerdir. Dikey ve yatay mesafelerin oluşturduğu hataların mutlak değerlerinin toplanması ile Denklem 24’de verildiği gibi hesaplanmaktadır.(URL1)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Ie_i I \quad (24)$$

- Ortalama kare logaritmik hata, gerçek ve tahmin değeri arasındaki hatanın Denklem 25 ve düzenlenmiş hali olan Denklem 26’ te verildiği üzere logaritmik olarak değerlendirmemizi sağlayan hata metriklerinden biridir. (URL3)

$$L(y, \hat{y}) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n (\log(y_i + 1) - \log(\hat{y}_i + 1))^2 \quad (25)$$

$$\log(y_i + 1) - \log(\hat{y}_i + 1) = \log \left(\frac{y_i + 1}{\hat{y}_i + 1} \right) \quad (26)$$

- Medyan mutlak hata, gerçek ve tahmin değerleri arasındaki mutlak farkların medyanı olarak Denklem 27’ te verildiği üzere hesaplanmaktadır. (URL 1)

$$MdAE = Md(Ie_j I) \quad (27)$$

- Maksimum hata gerçek ve tahmin değerleri arasındaki maksimum hatayı Denklem 28’ te verildiği gibi bulmamızı sağlayan hata metriklerinden biridir.(URL 3)

$$ME(y, \hat{y}) = \max(Iy_i - \hat{y}_i I) \quad (28)$$

- Ortalama gama sapması gerçek ve tahmin değerleri arasında oluşan hata değerlerinden göreceli hatalara odaklanarak Denklem 29’ da verildiği gibi hesaplanmaktadır.(URL 3)

$$D(y, \hat{y}) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} 2(y_i \log(\hat{y}_i / y_i) + y_i / \hat{y}_i - 1) \quad (29)$$

- Ortalama poisson sapması ile gerçek ve öngörülen tahmin değerleri arasında aşırı sapmalara daha az ağırlık vererek Denklem 30' de verildiği gibi hesaplanır. Sonucun 0 a yakınlığı modelin başarılı olduğu anlamına gelmektedir.(URL 3)

$$D(y, \hat{y}) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} 2(y_i \log(y_i / \hat{y}_i) + \hat{y}_i - y_i) \quad (30)$$

- Determinasyon katsayısı (R^2) tahmin yolu ile elde edilen verilerin doğrusal eğri üzerindeki uygunluk değerinin hesaplanması şeklindedir. Denklem 31 ile elde edilen $R^2=1$ değeri modelin kusursuz şekilde çalıştığı anlamına gelmektedir. Yani elde edilen değer 1'e ne kadar yakın ise model o kadar başarılıdır. Denklem de verilen değerler; y_i deneysel olarak saptanmış değerler, \hat{y} regresyon eşitliğinden hesaplanmış değerler, y deneysel verilerin ortalamasını ifade etmektedir (URL 4).

$$R^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{\sum (y_i - y)^2} \quad (31)$$

4.3. Veri Seti ve Tasarım Durumları

Yapılan çalışmada Şekil 7'de gösterildiği üzere Türkiye deprem haritası üzerinde 1. Bölge olarak Konya ve 2. Bölge olarak Bingöl sırası ile minimum ve maksimum deprem etkisinin gözlemlendiği 2 farklı bölge olmak üzere seçilmiştir. Seçilen bölgelerin Türkiye Deprem Haritasından alınan S_S değerleri 1. Bölge için Şekil 8 ve 2. Bölge için Şekil 9' da belirtilmiştir. Alınan S_S değerlerinden belirli bir aralığı araştırmak adına minimum değer 0,25 ve maksimum değer ise 1,5 olarak kabul edilmiştir. Seçilen deprem bölgesine göre ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE olmak üzere 5 farklı zemin sınıfı değerlendirilerek 10 farklı tasarım durumu elde edilmiştir.



Şekil 7. Türkiye Deprem Haritası'nda bölgelerin gösterilmesi

$S_S = 0.305$	$S_1 = 0.073$	$S_{DS} = 0.244$	$S_{D1} = 0.058$
$PGA = 0.133$	$PGV = 6.655$		

Şekil 8. 1. Bölge olarak seçilen Konya'nın Türkiye Deprem Haritası'ndan alınan deprem değerleri

$S_S = 1.595$	$S_1 = 0.419$	$S_{DS} = 1.276$	$S_{D1} = 0.335$
$PGA = 0.647$	$PGV = 41.685$		

Şekil 9. 2. Bölge olarak seçilen Bingöl'ün Türkiye Deprem Haritası'ndan alınan deprem değerleri

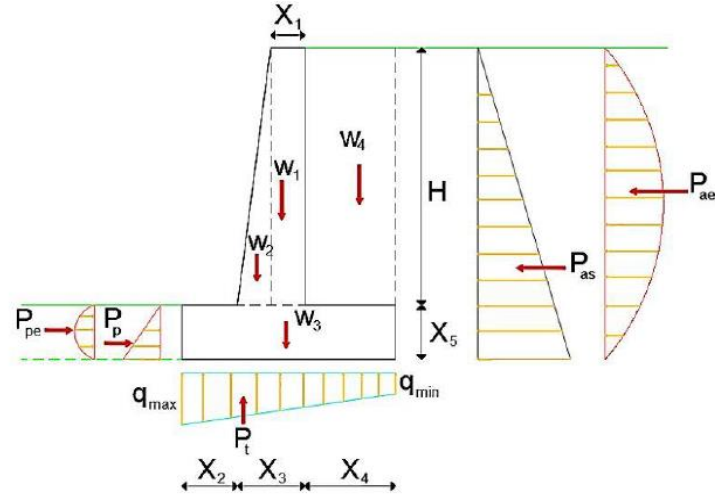
Dayanma duvarı tasarımında arka duvar dolgu zeminin özellikleri Tablo 3' te verilen değerler doğrultusunda alınmıştır. Tasarım yapılırken arka dolgu için zemin ile duvar arasında sürsaj eğimi olmadığı için sürsaj yükünün olmadığı kabul edilmiştir. Arka dolguda zemin kohezyonsuz alınmış ve yeraltı suyu ihmal edilmiştir. Duvar temelindeki zemin değerleri de Tablo 4' de verildiği gibi alınmıştır.

Tablo 3. Dolgu zemin parametreleri

Yerel zemin sınıfı	$\phi d(^{\circ})$	γd (kN/m3)	Fs		Sds(Fs*Ss)	
			Ss=0,25	Ss=1,5	Ss=0,25	Ss=1,5
ZA	38	20	0,80	0,200	0,200	1,20
ZB	36	19	0,90	0,225	0,225	1,35
ZC	34	18	1,20	0,325	0,325	1,80
ZD	30	17	1,00	0,400	0,400	1,50
ZE	28	16	0,80	0,600	0,600	1,20

Tablo 4. Temel taban zemin parametreleri

γd (kN/m3)	18 kN/m3
$\phi'(^{\circ})$	35 $^{\circ}$



Şekil 10. Dayanma duvarı tasarım modeli

(Kaynak: Uray ve Çitırık,2021)

Konsol dayanma duvarı boyutlandırılması yapılırken 5 farklı duvar boyutlandırma parametresi Şekil 10' de verildiği gibi belirlenmiştir. Dayanma duvarı için Şekil 10'da

verilen parametrelerin seviyeleri Tablo 5’de verildiği gibidir. Algoritmalara parametrelerin farklı seviyelerinden ve kısa periyot harita spektral ivme katsayıları ile zemin sınıflarının oluşturduğu 10 farklı her bir durum için statik ve dinamik etki için 1024 veri oluşturulmuştur. Oluşturulan veri setleri excel ortamında belirtilen kabullerin yapılması ile birlikte bütün formülizasyonların yazılması ile elde edilen hesap tablolarından kayma, devrilme ve taşıma gücü tahkik sonuçları elde edilmiş ve her durum için karşılaştırma yapmak adına Geo5 programında analizler tekrarlanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yazılan excel dosyasının doğruluğu teyit edildikten sonra 1024 veri setinden girdi değeri olarak Tablo 5’te verilen beş faktör ve seviyeleri alınırken çıktı değeri için statik ve dinamik etki altında oluşacak kaymaya karşı güvenlik sayısı, devrilmeye karşı güvenlik sayısı ve taşıma gücü kat sayısı tahminleri alınmıştır.

Tablo 5. Konsol dayanma duvarı tasarım değişkenleri ve seviyeleri

Tasarım değişkeni	1.Seviye	2.Seviye	3.Seviye	4. Seviye
X ₁ : Gövde üst kalınlığı(m)	0.30	0.40	0.50	0.60
X ₂ : Ön ampatman(m)	0.50	1.00	2.00	3.00
X ₃ : Gövde alt kalınlığı(m)	0.30	0.40	0.50	0.60
X ₄ : Arka ampatman(m)	0.50	1.00	2.00	3.00
X ₅ : Temel kalınlığı(m)	0.50	0.60	0.70	0.80

5. ANALİZ SONUÇLARI

Tez çalışmasında SS0,25 ve SS1,5 kısa periyot harita spektral ivme katsayılarından oluşan, ZA, ZB, ZC, ZD ve ZE zemin sınıfları için 10 farklı durum için 1024 adet veri seti oluşturulmuştur. Veri setleri kayma güvenliği katsayısı, devrilme güvenliği katsayısı ve taşıma gücü katsayısı tahminlerinin elde edilmesi için oluşturulmuştur.

Veri setleri makine öğrenmesi algoritmalarından k-en yakın komşu, karar ağaçları ve rastgele orman algoritmaları ile eğitim ve test veri seti olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Test ve eğitim setlerinin tahmin değerleri üç farklı algoritma ile elde edilmiştir. Algoritmaların eğitim ve test veri setleri üzerindeki hata miktarları, kök ortalama kare hata (RMSE), ortalama kare hatası (MSE), ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE), ortalama mutlak hata (MAE), ortalama kare logaritmik hata (MSLE), medyan mutlak hata (MDAE), maksimum hata (ME), ortalama gama sapması (MGD), ortalama poisson sapması (MPD), R^2 metrikleri kullanılarak hesaplanmıştır. Veri setinin başarı oranı ise R^2 metriğinin test veri setine uygulanması ile hesaplanmıştır. İki farklı deprem durumu ve 5 farklı zemin sınıfından oluşan veri setlerinin hata değerlerini içeren tablolar Tablo 6-50 arasında verilmiştir. Kısa periyot harita spektral ivme katsayılarının farklılığı statik duruma etki etmediğinden statik durumda elde edilen verilerin hata metrikleri tek tablo ile gösterilmiştir.

Tablo 6. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,005108	0,011632	0,005307	0,006451	0,010842	0,006767
MSE	0,000026	0,000135	0,000028	0,000042	0,000118	0,000046
MAPE	0,007034	0,025761	0,012601	0,008723	0,032499	0,015705
MAE	0,003868	0,005233	0,003916	0,004898	0,005640	0,005103
MSLE	0,000010	0,000054	0,000013	0,000017	0,000062	0,000023
MDAE	0,003056	0,001554	0,003013	0,003434	0,002027	0,004185
ME	0,020673	0,127458	0,023295	0,021185	0,065694	0,024501
MGD	0,000093	0,001209	0,000301	0,000148	0,001961	0,000470
MPD	0,000047	0,000278	0,000075	0,000074	0,000359	0,000124
R^2				0,9986	0,9949	0,9990

Tablo 7. SS0,25 ve ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,006040	0,006416	0,005221	0,007759	0,008410	0,006690
MSE	0,000036	0,000041	0,000027	0,000060	0,000071	0,000045
MAPE	0,007752	0,007385	0,011745	0,009484	0,009842	0,014621
MAE	0,004609	0,004116	0,003929	0,005718	0,005508	0,005079
MSLE	0,000013	0,000014	0,000013	0,000022	0,000025	0,000022
MDAE	0,003555	0,002722	0,003139	0,003742	0,003243	0,004004
ME	0,023657	0,058190	0,021177	0,027991	0,040069	0,022968
MGD	0,000106	0,000102	0,000261	0,000169	0,000172	0,000404
MPD	0,000059	0,000062	0,000070	0,000096	0,000106	0,000116
R ²				0,9981	0,9966	0,9990

Tablo 8. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004810	0,009323	0,005476
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000023	0,000087	0,000030
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,008445	0,026245	0,014093
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004470	0,005103	0,004631
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000010	0,000040	0,000014
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003862	0,002335	0,003909
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,014190	0,044405	0,014432
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000097	0,000992	0,000259
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000045	0,000216	0,000075
R ²				0,9992	0,9963	0,9994

Tablo 9. SS0,25 ve ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00249	0,00692	0,0042
MSE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00005	0,0000
MAPE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00303	0,00772	0,0096
MAE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00187	0,00433	0,0033
MSLE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00002	0,0000
MDAE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00160	0,00250	0,0025
ME	0,00000	0,00000	0,00000	0,01256	0,03969	0,0112
MGD	0,00000	0,00000	0,00000	0,00002	0,00011	0,0002
MPD	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00007	0,0000
R ²				0,9998	0,9997	0,9996

Tablo 10. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001724	0,003589	0,001719	0,004393	0,007417	0,003916
MSE	0,000003	0,000013	0,000003	0,000019	0,000055	0,000015
MAPE	0,002492	0,008082	0,003798	0,006704	0,020900	0,009778
MAE	0,001368	0,001701	0,001261	0,003606	0,003974	0,003059
MSLE	0,000001	0,000005	0,000001	0,000008	0,000026	0,000007
MDAE	0,001193	0,000546	0,000923	0,003102	0,001409	0,002558
ME	0,006553	0,034529	0,008215	0,012320	0,038780	0,012009
MGD	0,000011	0,000109	0,000024	0,000073	0,000716	0,000159
MPD	0,000005	0,000027	0,000007	0,000036	0,000147	0,000041
R ²				0,9994	0,9976	0,9997

Tablo 11. SS0,25 ve ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001208	0,002127	0,001401	0,002896	0,005725	0,003336
MSE	0,000001	0,000005	0,000002	0,000008	0,000033	0,000011
MAPE	0,001547	0,002375	0,002905	0,003651	0,006154	0,007611
MAE	0,000917	0,001325	0,001018	0,002267	0,003485	0,002565
MSLE	0,000001	0,000002	0,000001	0,000003	0,000011	0,000006
MDAE	0,000744	0,000810	0,000749	0,001926	0,002123	0,002026
ME	0,006411	0,013775	0,006976	0,009848	0,024905	0,010802
MGD	0,000004	0,000011	0,000015	0,000020	0,000073	0,000106
MPD	0,000002	0,000007	0,000005	0,000013	0,000047	0,000030
R ²				0,9997	0,9983	0,9997

Tablo 12. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,005129	0,010663	0,005345	0,006477	0,010574	0,006836
MSE	0,000026	0,000114	0,000029	0,000042	0,000112	0,000047
MAPE	0,007049	0,024843	0,012622	0,008740	0,031283	0,015750
MAE	0,003883	0,005202	0,003955	0,004917	0,005753	0,005162
MSLE	0,000010	0,000046	0,000014	0,000017	0,000058	0,000023
MDAE	0,003073	0,001807	0,003045	0,003463	0,002327	0,004223
ME	0,020706	0,108281	0,023182	0,021281	0,063662	0,024428
MGD	0,000094	0,001121	0,000302	0,000149	0,001844	0,000471
MPD	0,000047	0,000243	0,000076	0,000075	0,000334	0,000126
R ²				0,9986	0,9958	0,9990

Tablo 13. SS0,25 ve ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,006046	0,006549	0,005244	0,007768	0,008583	0,006736
MSE	0,000037	0,000043	0,000027	0,000060	0,000074	0,000045
MAPE	0,007765	0,007547	0,011703	0,009502	0,010061	0,014590
MAE	0,004613	0,004232	0,003956	0,005724	0,005665	0,005122
MSLE	0,000013	0,000015	0,000013	0,000022	0,000026	0,000022
MDAE	0,003565	0,002801	0,003188	0,003771	0,003282	0,004094
ME	0,023641	0,058847	0,020974	0,028057	0,040418	0,023224
MGD	0,000106	0,000106	0,000259	0,000169	0,000179	0,000401
MPD	0,000059	0,000065	0,000071	0,000096	0,000111	0,000117
R ²				0,9981	0,9964	0,9990

Tablo 14. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004845	0,009027	0,005636
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000023	0,000081	0,000032
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,008490	0,024695	0,014196
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004507	0,005187	0,004772
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000010	0,000036	0,000015
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003897	0,002569	0,004197
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,014170	0,041692	0,014329
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000098	0,000890	0,000258
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000045	0,000197	0,000077
R ²				0,9992	0,9969	0,9994

Tablo 15. SS0,25 ve ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,001917	0,007263	0,004141
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000004	0,000053	0,000017
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002893	0,007511	0,009340
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,001778	0,004375	0,003251
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000017	0,000008
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,001677	0,002489	0,002530
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,005167	0,040047	0,011324
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000009	0,000109	0,000141
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000006	0,000073	0,000043
R ²				0,9999	0,9974	0,9996

Tablo 16. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001730	0,003338	0,001716	0,004373	0,006831	0,003980
MSE	0,000003	0,000011	0,000003	0,000019	0,000047	0,000016
MAPE	0,002526	0,007825	0,003765	0,006537	0,019741	0,009662
MAE	0,001396	0,001706	0,001281	0,003548	0,003818	0,003090
MSLE	0,000001	0,000005	0,000001	0,000008	0,000022	0,000008
MDAE	0,001267	0,000645	0,000945	0,003086	0,001592	0,002597
ME	0,006430	0,027124	0,007134	0,012429	0,039426	0,012150
MGD	0,000010	0,000102	0,000023	0,000071	0,000667	0,000154
MPD	0,000005	0,000024	0,000007	0,000035	0,000126	0,000042
R ²				0,9994	0,9989	0,9997

Tablo 17. SS0,25 ve ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001232	0,002193	0,001375	0,002807	0,005844	0,003424
MSE	0,000002	0,000005	0,000002	0,000008	0,000034	0,000012
MAPE	0,001563	0,002315	0,002828	0,003483	0,006226	0,007461
MAE	0,000931	0,001321	0,001009	0,002192	0,003576	0,002592
MSLE	0,000001	0,000002	0,000001	0,000003	0,000011	0,000006
MDAE	0,000720	0,000806	0,000739	0,001863	0,002191	0,001934
ME	0,005369	0,016852	0,005555	0,009300	0,025275	0,010630
MGD	0,000004	0,000011	0,000014	0,000019	0,000073	0,000100
MPD	0,000002	0,000007	0,000004	0,000012	0,000048	0,000030
R ²				0,9997	0,9984	0,9997

Tablo 18. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,00514	0,00945	0,00538	0,00649	0,01000	0,00689
MSE	0,00003	0,00009	0,00003	0,00004	0,00010	0,00005
MAPE	0,00704	0,02427	0,01254	0,00873	0,03046	0,01566
MAE	0,00389	0,00509	0,00399	0,00493	0,00579	0,00522
MSLE	0,00001	0,00004	0,00001	0,00002	0,00005	0,00002
MDAE	0,00307	0,00220	0,00309	0,00349	0,00258	0,00406
ME	0,02067	0,08592	0,02298	0,02138	0,05809	0,02425
MGD	0,00009	0,00111	0,00030	0,00015	0,00188	0,00046
MPD	0,00005	0,00020	0,00008	0,00007	0,00030	0,00013
R ²				0,9986	0,9968	0,9990

Tablo 19. SS0,25 ve ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,00607	0,00666	0,00523	0,00781	0,00874	0,00674
MSE	0,00004	0,00004	0,00003	0,00006	0,00008	0,00005
MAPE	0,00775	0,00767	0,01140	0,00949	0,01024	0,01424
MAE	0,00463	0,00435	0,00397	0,00575	0,00583	0,00514
MSLE	0,00001	0,00002	0,00001	0,00002	0,00003	0,00002
MDAE	0,00359	0,00288	0,00319	0,00389	0,00351	0,00414
ME	0,02352	0,05882	0,02041	0,02839	0,04048	0,02325
MGD	0,00011	0,00011	0,00024	0,00017	0,00018	0,00038
MPD	0,00006	0,00007	0,00007	0,00010	0,00011	0,00011
R ²				0,9981	0,9961	0,9990

Tablo 20. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00520	0,00850	0,00546
MSE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00003	0,00007	0,00003
MAPE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00870	0,02360	0,01350
MAE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00470	0,00500	0,00465
MSLE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00003	0,00001
MDAE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00392	0,00273	0,00420
ME	0,00000	0,00000	0,00000	0,01457	0,03984	0,01763
MGD	0,00000	0,00000	0,00000	0,00010	0,00087	0,00023
MPD	0,00000	0,00000	0,00000	0,00005	0,00016	0,00007
R ²				0,9991	0,9977	0,9994

Tablo 21. SS0,25 ve ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00228	0,00712	0,00407
MSE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00005	0,00002
MAPE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00342	0,00719	0,00880
MAE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00211	0,00426	0,00316
MSLE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00002	0,00001
MDAE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00201	0,00242	0,00244
ME	0,00000	0,00000	0,00000	0,00616	0,04026	0,01052
MGD	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00010	0,00013
MPD	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00007	0,00004
R ²				0,9998	0,9974	0,9996

Tablo 22. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,00174	0,00299	0,00173	0,00442	0,00619	0,00396
MSE	0,00000	0,00001	0,00000	0,00002	0,00004	0,00002
MAPE	0,00254	0,00767	0,00367	0,00662	0,01917	0,00949
MAE	0,00141	0,00166	0,00128	0,00359	0,00379	0,00311
MSLE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00002	0,00001
MDAE	0,00125	0,00073	0,00098	0,00317	0,00182	0,00257
ME	0,00657	0,02102	0,00695	0,01325	0,03093	0,01167
MGD	0,00001	0,00010	0,00002	0,00007	0,00067	0,00015
MPD	0,00001	0,00002	0,00001	0,00004	0,00011	0,00004
R ²				0,9993	0,9988	0,9997

Tablo 23. SS0,25 ve ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,00128	0,00213	0,00131	0,00306	0,00552	0,00323
MSE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00003	0,00001
MAPE	0,00163	0,00231	0,00258	0,00373	0,00608	0,00688
MAE	0,00098	0,00133	0,00096	0,00237	0,00351	0,00248
MSLE	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00001	0,00000
MDAE	0,00080	0,00082	0,00070	0,00181	0,00208	0,00185
ME	0,00572	0,01495	0,00495	0,00967	0,02144	0,00968
MGD	0,00000	0,00001	0,00001	0,00002	0,00007	0,00008
MPD	0,00000	0,00001	0,00000	0,00001	0,00004	0,00003
R ²				0,9997	0,9984	0,9998

Tablo 24. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,005164	0,009127	0,005425	0,006525	0,009981	0,006979
MSE	0,000027	0,000083	0,000029	0,000043	0,000100	0,000049
MAPE	0,007058	0,024271	0,012562	0,008754	0,030491	0,015715
MAE	0,003909	0,005125	0,004035	0,004955	0,005921	0,005287
MSLE	0,000011	0,000036	0,000014	0,000017	0,000050	0,000024
MDAE	0,003096	0,002369	0,003094	0,003522	0,002829	0,004018
ME	0,020705	0,077346	0,022863	0,021535	0,057606	0,024176
MGD	0,000094	0,001155	0,000298	0,000149	0,001987	0,000466
MPD	0,000047	0,000195	0,000078	0,000075	0,000295	0,000129
R ²				0,9986	0,9970	0,9989

Tablo 25. SS0,25 ve ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,006092	0,006807	0,005244	0,007845	0,008935	0,006767
MSE	0,000037	0,000046	0,000028	0,000062	0,000080	0,000046
MAPE	0,007738	0,007844	0,011239	0,009497	0,010481	0,014064
MAE	0,004646	0,004478	0,003988	0,005781	0,006006	0,005175
MSLE	0,000014	0,000016	0,000013	0,000022	0,000028	0,000022
MDAE	0,003604	0,003006	0,003252	0,003945	0,003642	0,004187
ME	0,023461	0,059501	0,020010	0,028596	0,040847	0,023363
MGD	0,000105	0,000113	0,000238	0,000168	0,000193	0,000367
MPD	0,000059	0,000070	0,000069	0,000097	0,000120	0,000114
R ²				0,9981	0,9958	0,9990

Tablo 26. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,005410	0,007876	0,005638
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000029	0,000062	0,000032
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,008899	0,024809	0,013718
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004846	0,004999	0,004776
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000012	0,000027	0,000014
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003990	0,003138	0,004104
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,015534	0,037869	0,021144
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000107	0,000975	0,000237
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000053	0,000156	0,000074
R ²				0,9990	0,9982	0,9993

Tablo 27. SS0,25 ve ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002566	0,006876	0,004075
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000007	0,000047	0,000017
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003849	0,007095	0,008350
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002380	0,004232	0,003117
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000002	0,000016	0,000008
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002247	0,002315	0,002402
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,006958	0,040637	0,010348
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000016	0,000097	0,000116
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000010	0,000065	0,000040
R ²				0,9998	0,9975	0,9996

Tablo 28. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001757	0,002871	0,001693	0,004539	0,005952	0,004030
MSE	0,000003	0,000008	0,000003	0,000021	0,000035	0,000016
MAPE	0,002557	0,007681	0,003640	0,006823	0,019255	0,009703
MAE	0,001415	0,001660	0,001272	0,003740	0,003835	0,003216
MSLE	0,000001	0,000003	0,000001	0,000008	0,000017	0,000008
MDAE	0,001221	0,000772	0,000968	0,003517	0,002116	0,002552
ME	0,006769	0,017964	0,006451	0,012621	0,025875	0,011311
MGD	0,000011	0,000106	0,000021	0,000074	0,000725	0,000149
MPD	0,000005	0,000019	0,000006	0,000037	0,000102	0,000042
R ²				0,9993	0,9989	0,9996

Tablo 29. SS0,25 ve ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001332	0,002181	0,001294	0,003235	0,006010	0,003216
MSE	0,000002	0,000005	0,000002	0,000010	0,000036	0,000010
MAPE	0,001693	0,002367	0,002520	0,004092	0,006248	0,006670
MAE	0,001024	0,001376	0,000949	0,002572	0,003705	0,002452
MSLE	0,000001	0,000002	0,000001	0,000004	0,000012	0,000005
MDAE	0,000831	0,000820	0,000688	0,002145	0,002150	0,001801
ME	0,007075	0,013159	0,004705	0,011033	0,027881	0,010069
MGD	0,000005	0,000011	0,000011	0,000025	0,000075	0,000079
MPD	0,000003	0,000007	0,000004	0,000016	0,000050	0,000025
R ²				0,9997	0,9981	0,9998

Tablo 30. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,005187	0,008906	0,005482	0,006556	0,010008	0,007074
MSE	0,000027	0,000079	0,000030	0,000043	0,000100	0,000050
MAPE	0,007080	0,024540	0,012596	0,008773	0,030898	0,015774
MAE	0,003927	0,005170	0,004085	0,004977	0,006051	0,005364
MSLE	0,000011	0,000034	0,000014	0,000017	0,000050	0,000024
MDAE	0,003111	0,002541	0,003161	0,003531	0,003058	0,004095
ME	0,020713	0,070525	0,022721	0,021665	0,057456	0,024513
MGD	0,000094	0,001246	0,000300	0,000150	0,002190	0,000469
MPD	0,000048	0,000191	0,000079	0,000076	0,000295	0,000132
R ²				0,9986	0,9972	0,9989

Tablo 31. SS0,25 ve ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,006137	0,006971	0,005209	0,007921	0,009152	0,006731
MSE	0,000038	0,000049	0,000027	0,000063	0,000084	0,000045
MAPE	0,007698	0,008031	0,010808	0,009493	0,010740	0,013557
MAE	0,004676	0,004620	0,003979	0,005844	0,006199	0,005167
MSLE	0,000014	0,000017	0,000013	0,000023	0,000030	0,000021
MDAE	0,003664	0,003149	0,003280	0,004243	0,003812	0,004214
ME	0,023298	0,060228	0,019722	0,029067	0,041229	0,023094
MGD	0,000104	0,000118	0,000219	0,000167	0,000202	0,000337
MPD	0,000059	0,000073	0,000066	0,000097	0,000126	0,000109
R ²				0,9981	0,9955	0,9990

Tablo 32. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,005524	0,007195	0,005825
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000031	0,000052	0,000034
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,009026	0,023989	0,013744
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004931	0,004863	0,004908
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000012	0,000024	0,000015
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003985	0,003087	0,004165
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,015443	0,030364	0,020871
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000110	0,000945	0,000237
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000055	0,000138	0,000077
R ²				0,9990	0,9986	0,9989

Tablo 33. SS0,25 ve ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003127	0,007361	0,003896
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000010	0,000054	0,000015
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004657	0,007052	0,007432
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002901	0,004369	0,002939
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000003	0,000017	0,000007
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002723	0,002258	0,002282
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,008615	0,041001	0,010802
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000024	0,000101	0,000094
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000072	0,000035
R ²				0,9997	0,9991	0,9997

Tablo 34. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001737	0,002699	0,001741	0,004375	0,002699	0,004099
MSE	0,000003	0,000007	0,000003	0,000019	0,000007	0,000017
MAPE	0,002561	0,007579	0,003647	0,006440	0,007579	0,009449
MAE	0,001416	0,001626	0,001300	0,003530	0,001626	0,003231
MSLE	0,000001	0,000003	0,000001	0,000008	0,000003	0,000008
MDAE	0,001310	0,000831	0,000964	0,003001	0,000831	0,002685
ME	0,006528	0,017030	0,006885	0,011729	0,017030	0,012112
MGD	0,000011	0,000103	0,000021	0,000071	0,000103	0,000143
MPD	0,000005	0,000017	0,000007	0,000035	0,000017	0,000042
R ²				0,9994	0,9991	0,9996

Tablo 35. SS0,25 ve ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001489	0,002364	0,001213	0,003486	0,006302	0,003109
MSE	0,000002	0,000006	0,000001	0,000012	0,000040	0,000010
MAPE	0,001888	0,002392	0,002252	0,004419	0,006257	0,006042
MAE	0,001157	0,001427	0,000884	0,002821	0,003804	0,002354
MSLE	0,000001	0,000002	0,000001	0,000004	0,000013	0,000005
MDAE	0,000996	0,000818	0,000609	0,002361	0,002364	0,001845
ME	0,007505	0,018473	0,005073	0,012636	0,026623	0,009394
MGD	0,000006	0,000012	0,000009	0,000027	0,000079	0,000065
MPD	0,000003	0,000008	0,000003	0,000018	0,000054	0,000023
R ²				0,9996	0,9980	0,9998

Tablo 36. SS1,5 ve ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,006308	0,006416	0,004982	0,008211	0,008410	0,006382
MSE	0,000040	0,000041	0,000025	0,000067	0,000071	0,000041
MAPE	0,007358	0,007385	0,009839	0,009228	0,009842	0,012276
MAE	0,004769	0,004116	0,003827	0,006055	0,005508	0,004903
MSLE	0,000014	0,000014	0,000011	0,000023	0,000025	0,000019
MDAE	0,003785	0,002722	0,003180	0,004034	0,003243	0,003932
ME	0,023196	0,058190	0,018294	0,030896	0,040069	0,020894
MGD	0,000095	0,000102	0,000179	0,000154	0,000172	0,000273
MPD	0,000059	0,000062	0,000058	0,000098	0,000106	0,000094
R ²				0,9980	0,9966	0,9991

Tablo 37. SS1,5 ve ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004822	0,006938	0,002885
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000023	0,000048	0,000008
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,006623	0,007803	0,004738
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004381	0,004363	0,001996
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000008	0,000017	0,000004
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003862	0,002504	0,001343
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,013725	0,039687	0,013159
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000050	0,000115	0,000043
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000033	0,000071	0,000018
R ²				0,9993	0,9977	0,9998

Tablo 38. SS1,5 ve ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001775	0,002115	0,001041	0,004269	0,005867	0,002583
MSE	0,000003	0,000004	0,000001	0,000018	0,000034	0,000007
MAPE	0,002181	0,002338	0,001756	0,005121	0,006269	0,004511
MAE	0,001411	0,001308	0,000748	0,003434	0,003573	0,001929
MSLE	0,000001	0,000002	0,000000	0,000006	0,000011	0,000003
MDAE	0,001232	0,000795	0,000532	0,002987	0,002218	0,001263
ME	0,006644	0,014099	0,004446	0,014120	0,026468	0,009607
MGD	0,000007	0,000011	0,000006	0,000037	0,000074	0,000035
MPD	0,000005	0,000007	0,000002	0,000025	0,000048	0,000014
R ²				0,9994	0,9980	0,9998

Tablo 39. SS1,5 ve ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,006194	0,006549	0,004926	0,008021	0,008583	0,006306
MSE	0,000038	0,000043	0,000024	0,000064	0,000074	0,000040
MAPE	0,007555	0,007547	0,009542	0,009350	0,010061	0,011901
MAE	0,004710	0,004232	0,003783	0,005908	0,005665	0,004849
MSLE	0,000014	0,000015	0,000011	0,000023	0,000026	0,000018
MDAE	0,003687	0,002801	0,003211	0,004173	0,003282	0,003874
ME	0,022953	0,058847	0,018288	0,029818	0,040418	0,020658
MGD	0,000100	0,000106	0,000168	0,000161	0,000179	0,000256
MPD	0,000059	0,000065	0,000056	0,000097	0,000111	0,000091
R ²				0,998	0,9964	0,9991

Tablo 40. SS1,5 ve ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003553	0,006879	0,003129
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000013	0,000047	0,000010
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,005143	0,007362	0,004843
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003289	0,004248	0,002112
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000004	0,000016	0,000004
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003066	0,002489	0,001151
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,009910	0,040047	0,012801
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000029	0,000102	0,000047
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000018	0,000067	0,000021
R ²				0,9996	0,9977	0,9998

Tablo 41. SS1,5 ve ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001600	0,002168	0,001034	0,003892	0,005866	0,002587
MSE	0,000003	0,000005	0,000001	0,000015	0,000034	0,000007
MAPE	0,002013	0,002368	0,001746	0,004925	0,006170	0,004475
MAE	0,001258	0,001340	0,000750	0,003185	0,003552	0,001929
MSLE	0,000001	0,000002	0,000000	0,000005	0,000011	0,000003
MDAE	0,001077	0,000811	0,000541	0,002707	0,002063	0,001393
ME	0,008649	0,017629	0,004409	0,013502	0,023995	0,009117
MGD	0,000007	0,000011	0,000006	0,000034	0,000074	0,000036
MPD	0,000004	0,000007	0,000002	0,000022	0,000048	0,000015
R ²				0,9995	0,9981	0,9998

Tablo 42. SS1,5 ve ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,006133	0,006656	0,004883	0,007907	0,008736	0,006258
MSE	0,000038	0,000044	0,000024	0,000063	0,000076	0,000039
MAPE	0,007795	0,007668	0,009290	0,009558	0,010240	0,011606
MAE	0,004677	0,004346	0,003754	0,005822	0,005827	0,004818
MSLE	0,000014	0,000016	0,000011	0,000023	0,000027	0,000018
MDAE	0,003669	0,002875	0,003142	0,004006	0,003508	0,003822
ME	0,023330	0,058821	0,017992	0,028969	0,040484	0,020745
MGD	0,000108	0,000108	0,000158	0,000172	0,000184	0,000242
MPD	0,000060	0,000067	0,000054	0,000098	0,000114	0,000088
R ²				0,9981	0,9961	0,9991

Tablo 43. SS1,5 ve ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003007	0,007155	0,003008
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000009	0,000051	0,000009
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003937	0,007305	0,004719
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002524	0,004305	0,002095
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000003	0,000017	0,000004
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002257	0,002423	0,001296
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,011657	0,040264	0,012713
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000021	0,000104	0,000043
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000013	0,000070	0,000019
R ²				0,9997	0,9974	0,9998

Tablo 44. SS1,5 ve ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001375	0,002171	0,001051	0,003350	0,005676	0,002620
MSE	0,000002	0,000005	0,000001	0,000011	0,000032	0,000007
MAPE	0,001680	0,002338	0,001687	0,004136	0,006100	0,004412
MAE	0,001044	0,001345	0,000752	0,002645	0,003547	0,001951
MSLE	0,000001	0,000002	0,000000	0,000004	0,000011	0,000003
MDAE	0,000813	0,000795	0,000527	0,002301	0,002093	0,001342
ME	0,006850	0,018201	0,004981	0,011101	0,024615	0,008459
MGD	0,000005	0,000011	0,000005	0,000025	0,000069	0,000034
MPD	0,000003	0,000007	0,000002	0,000016	0,000045	0,000014
R ²				0,9997	0,9984	0,9998

Tablo 45. SS1,5 ve ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,006150	0,006807	0,006365	0,007941	0,008935	0,006365
MSE	0,000038	0,000046	0,000041	0,000063	0,000080	0,000041
MAPE	0,007725	0,007844	0,011986	0,009508	0,010481	0,011986
MAE	0,004687	0,004478	0,004904	0,005852	0,006006	0,004904
MSLE	0,000014	0,000016	0,000018	0,000023	0,000028	0,000018
MDAE	0,003701	0,003006	0,003898	0,004161	0,003642	0,003898
ME	0,023260	0,059501	0,021282	0,029196	0,040847	0,021282
MGD	0,000105	0,000113	0,000258	0,000169	0,000193	0,000258
MPD	0,000060	0,000070	0,000092	0,000098	0,000120	0,000092
R ²				0,9981	0,9958	0,9991

Tablo 46. SS1,5 ve ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003019	0,006831	0,003228
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000009	0,000047	0,000010
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004407	0,006954	0,005172
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002789	0,004176	0,002262
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000003	0,000015	0,000005
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002659	0,002315	0,001494
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,008048	0,040637	0,014084
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000021	0,000093	0,000052
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000013	0,000064	0,000022
R ²				0,9997	0,9972	0,9997

Tablo 47. SS1,5 ve ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001429	0,002135	0,001071	0,003433	0,005857	0,002742
MSE	0,000002	0,000005	0,000001	0,000012	0,000034	0,000008
MAPE	0,001811	0,002303	0,001771	0,004388	0,006076	0,004772
MAE	0,001122	0,001333	0,000769	0,002798	0,003602	0,002048
MSLE	0,000001	0,000002	0,000000	0,000004	0,000011	0,000003
MDAE	0,000940	0,000868	0,000536	0,002335	0,002117	0,001458
ME	0,006569	0,017251	0,004576	0,010901	0,025291	0,009807
MGD	0,000005	0,000010	0,000006	0,000027	0,000072	0,000040
MPD	0,000003	0,000007	0,000002	0,000017	0,000048	0,000016
R ²				0,9996	0,9982	0,9998

Tablo 48. SS1,5 ve ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,006151	0,006971	0,005037	0,007942	0,009152	0,006487
MSE	0,000038	0,000049	0,000025	0,000063	0,000084	0,000042
MAPE	0,007715	0,008031	0,009896	0,009513	0,010740	0,012399
MAE	0,004686	0,004620	0,003867	0,005859	0,006199	0,004997
MSLE	0,000014	0,000017	0,000012	0,000023	0,000030	0,000019
MDAE	0,003680	0,003149	0,003186	0,004261	0,003812	0,004038
ME	0,023243	0,060228	0,018548	0,029194	0,041229	0,021870
MGD	0,000105	0,000118	0,000181	0,000168	0,000202	0,000278
MPD	0,000059	0,000073	0,000059	0,000098	0,000126	0,000097
R ²				0,9981	0,9955	0,9990

Tablo 49. SS1,5 ve ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,003182	0,007361	0,003299
MSE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000010	0,000054	0,000011
MAPE	0,000000	0,000000	0,000000	0,004699	0,007052	0,005802
MAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002948	0,004369	0,002450
MSLE	0,000000	0,000000	0,000000	0,000004	0,000017	0,000005
MDAE	0,000000	0,000000	0,000000	0,002776	0,002258	0,001729
ME	0,000000	0,000000	0,000000	0,008609	0,041001	0,011114
MGD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000024	0,000101	0,000061
MPD	0,000000	0,000000	0,000000	0,000015	0,000072	0,000024
R ²				0,9997	0,9971	0,9997

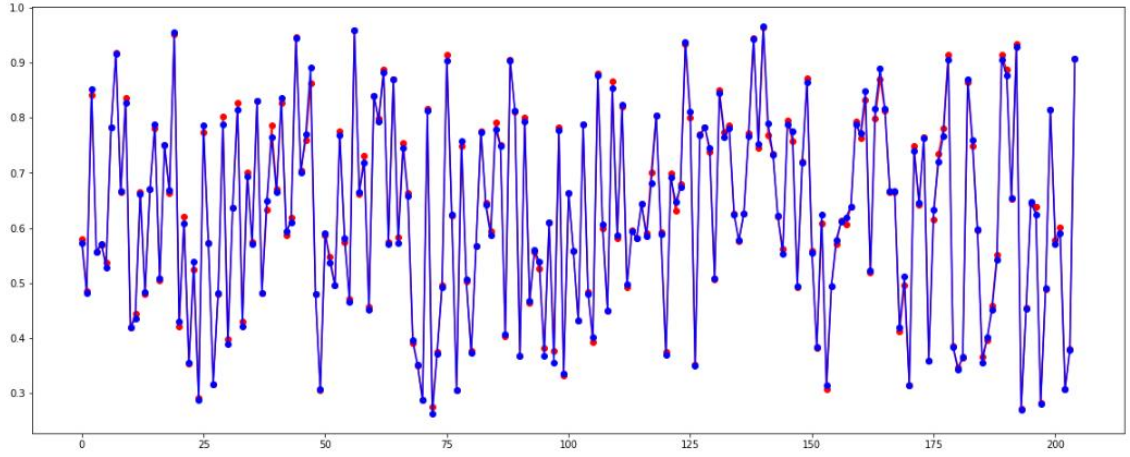
Tablo 50. SS1,5 ve ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik veri seti performans değerlendirme sonuçları

Hata Metrikleri	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı	Kayma Güvenlik Katsayısı	Taşıma Gücü Güvenlik Katsayısı	Devrilme Güvenlik Katsayısı
RMSE	0,001494	0,002266	0,001156	0,003682	0,006100	0,002864
MSE	0,000002	0,000005	0,000001	0,000014	0,000037	0,000008
MAPE	0,001892	0,002327	0,001932	0,004649	0,006196	0,005021
MAE	0,001164	0,001378	0,000830	0,002988	0,003744	0,002133
MSLE	0,000001	0,000002	0,000001	0,000005	0,000012	0,000004
MDAE	0,000993	0,000797	0,000592	0,002671	0,002078	0,001587
ME	0,008018	0,016196	0,005819	0,012944	0,024963	0,010235
MGD	0,000006	0,000011	0,000007	0,000030	0,000076	0,000045
MPD	0,000003	0,000007	0,000003	0,000020	0,000052	0,000018
R ²				0,9996	0,9980	0,9998

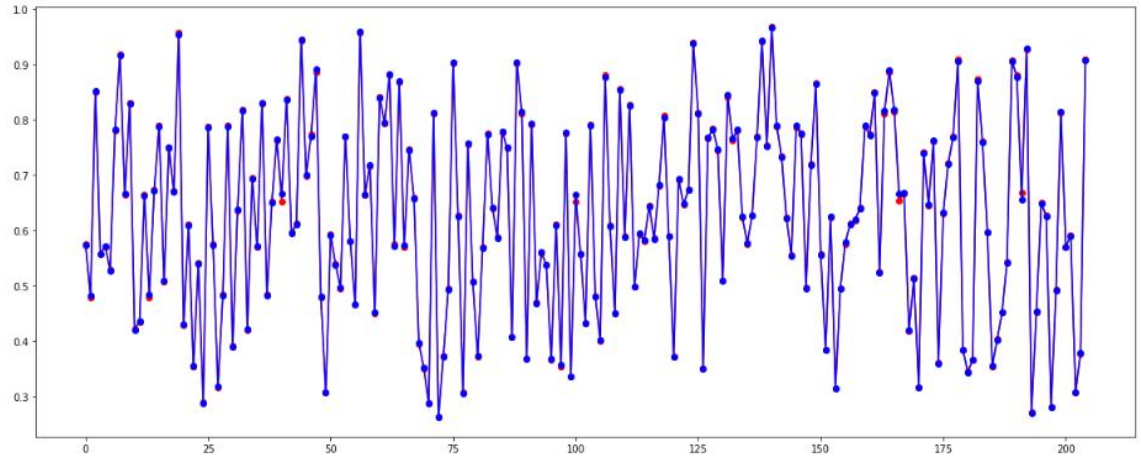
Dayanma duvarı tahkiklerinden kayma güvenlik katsayısı, devrilme güvenlik katsayısı ve taşıma gücü katsayıları veri setleri eğitim ve test veri setleri olmak üzere ayrılan iki grubun tahmin değerleri ile gerçek değerleri arasındaki hata miktarları için elde edilen değerler incelendiğinde kök ortalama kare hata (RMSE), ortalama kare hatası (MSE), ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE), ortalama mutlak hata (MAE), ortalama kare logaritmik hata (MSLE), medyan mutlak hata (MDAE), maksimum hata (ME), ortalama gama sapması (MGD), ortalama poisson sapması (MPD) değerlerinin 0 değerine yakın olması ve R^2 değerinin 1' e yakın olması oluşturulan modelin k-en yakın komşu, karar ağaçları ve rastgele orman algoritmaları için başarılı olduğunu göstermektedir.

Yapılan çalışmanın başarılı olduğunu tahmin ve gerçek değerler üzerinden karşılaştırma imkanı sunan saçılım grafikleri test veri setlerine ait olduğundan ilgili taylor grafiklerinden önce açıklamaları ile verilmiştir. Saçılım grafiklerinin 0-1 aralığında olmasının sebebi algoritmalarda hata oranını azaltmak amacı ile yapmış olduğum normalizasyon çalışmasıdır. Normalizasyon çalışmasında, gerçek güvenlik katsayıları veri setindeki en büyük güvenlik sayısına bölünerek 0-1 arasında değerlerin bulunmasını sağlamıştır. Algoritma normalizasyon yapılmış değerler üzerinden sonuçlara ulaştığı için saçılım grafikleri normalizasyon değerline göre elde edilmiştir.

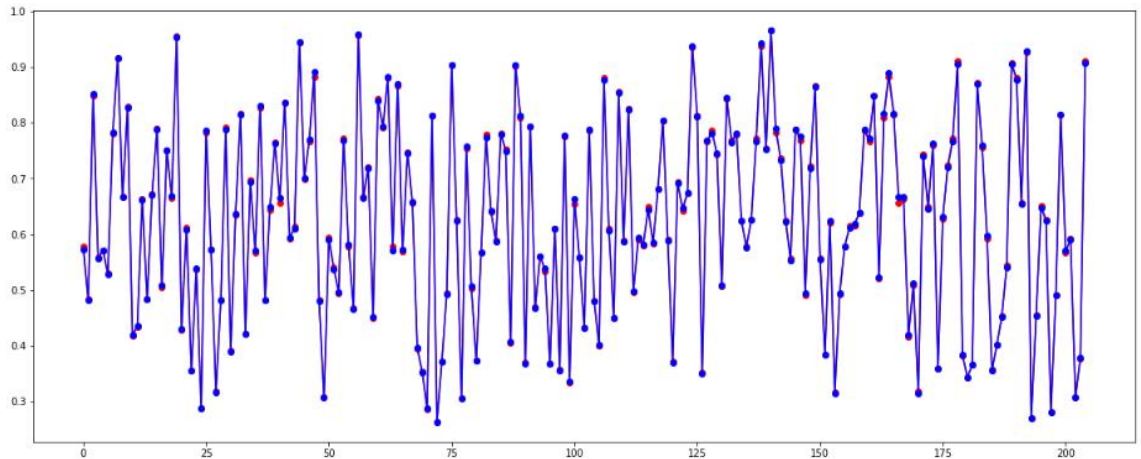
veri setine algoritmalar uyulandıktan sonra elde edilen açılım grafiklerini ve hata metriklerini daha toplu ve anlamlı kılabilen taylor diyagramları oluşturulmuştur. Tez çalışmasında kullanılan Taylor diyagramları farklı zemin sınıfı ve deprem etkisi altındaki tahmin değerlerinin farklı istatistik değerlendirme parametrelerinden korelasyon katsayısı, kök ortalama kare (RMSD) sapması ve standart sapma hesaplamasını yaparak grafik üzerinde yorumlamamızı sağlar. Dinamik etki altındaki veri setlerinin grafikleri çizdirilirken 1 ve 2 değerleri kullanılmıştır bunlar sırası ile SS0,25 ve SS1,5 deprem durumlarını belirtmiştir. Test veri setleri için oluşturulan Taylor diyagramları ve onlara ait saçılım grafikleri Şekil 11- 175 arasında verilmiştir.



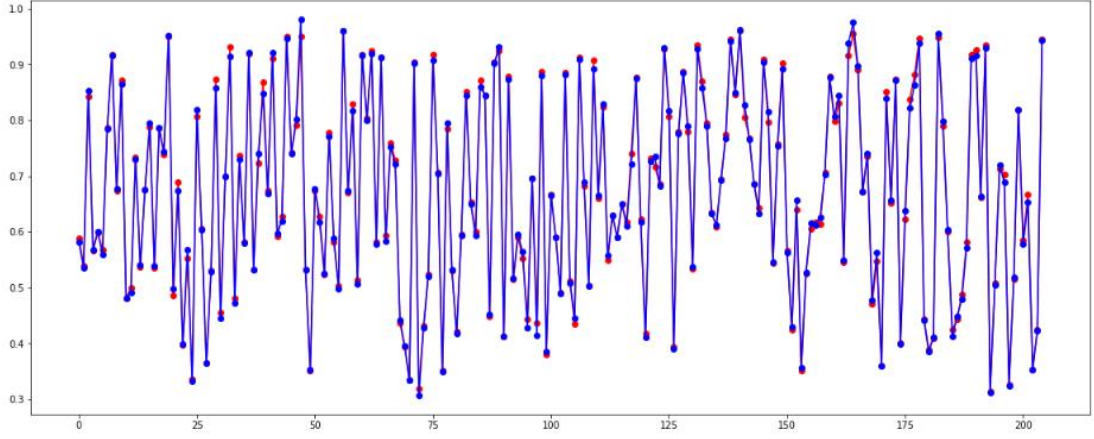
Şekil 11. SS0,25 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



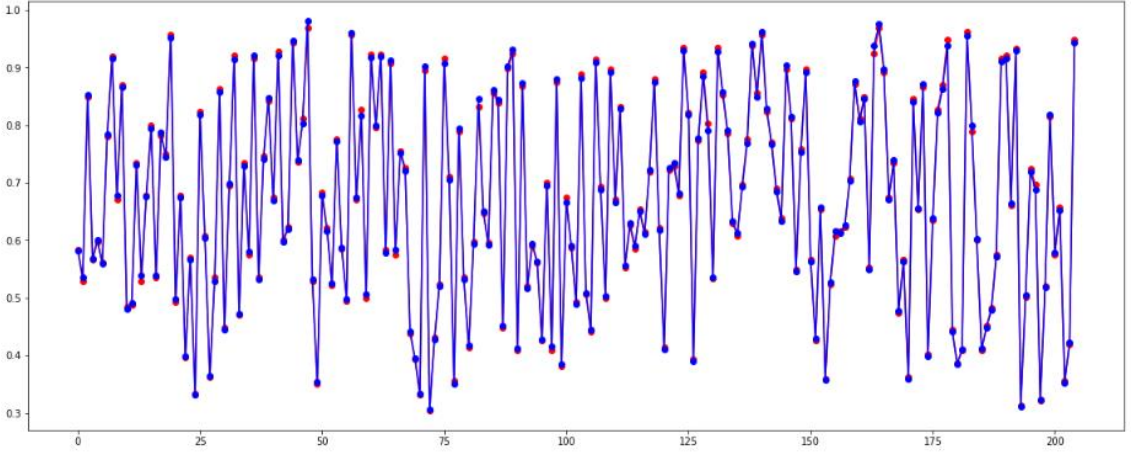
Şekil 12. SS0,25 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



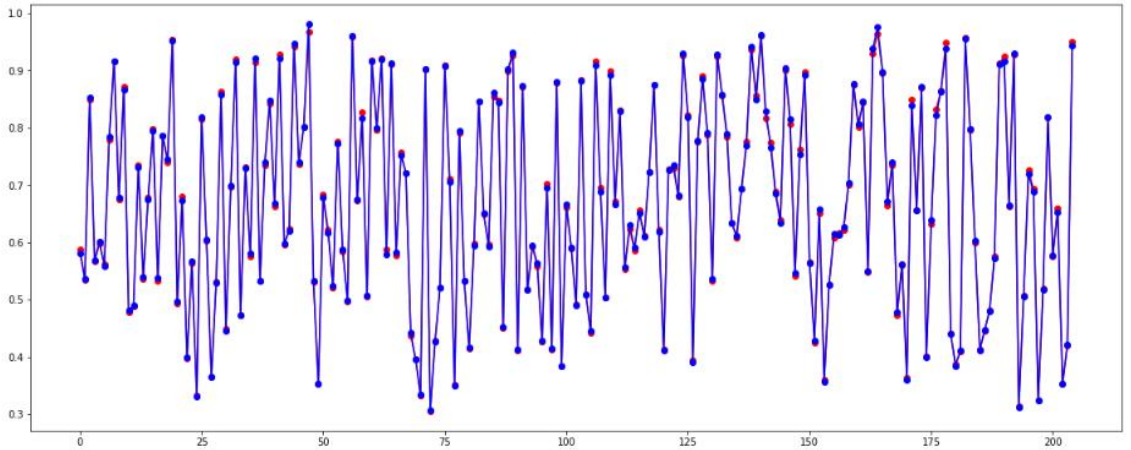
Şekil 13. SS0,25 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



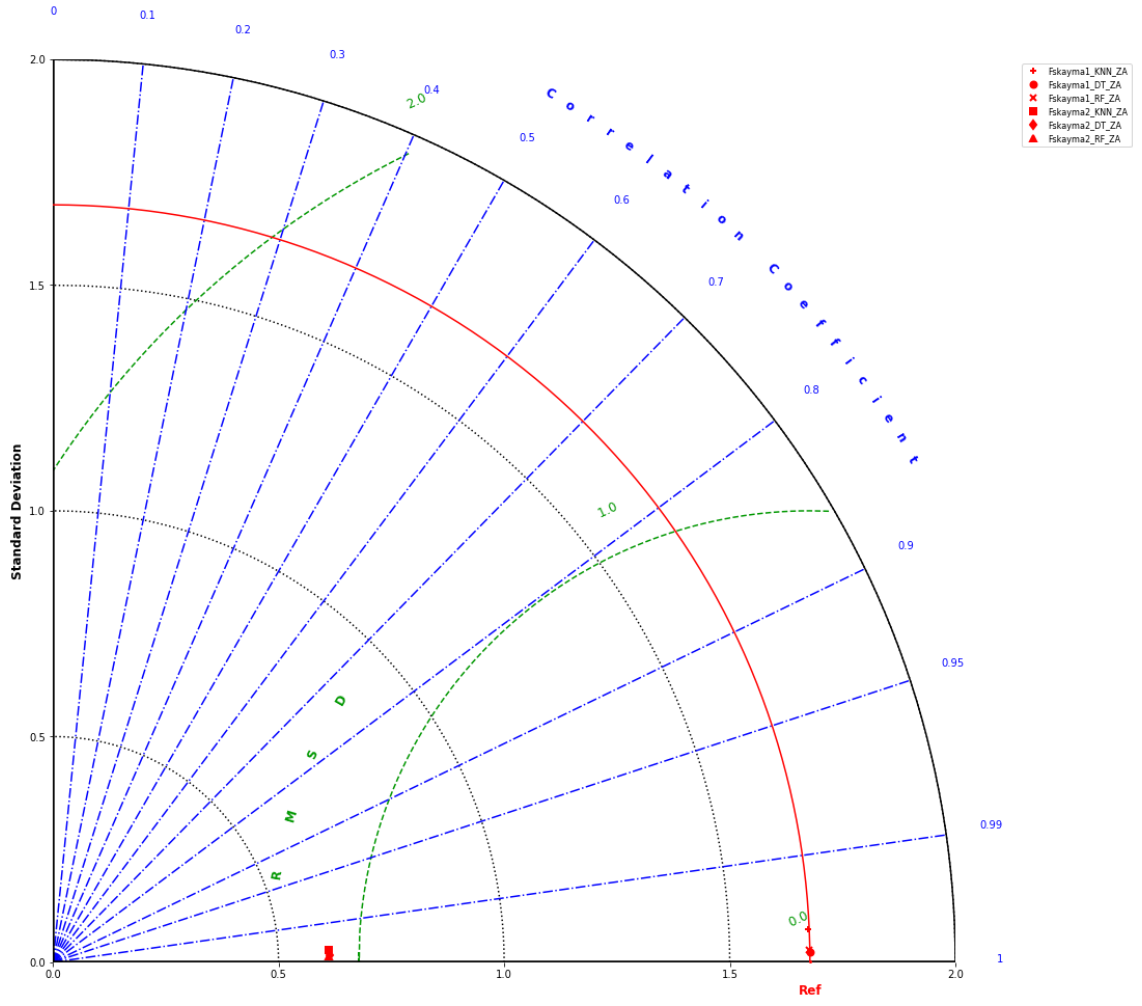
Şekil 14. SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



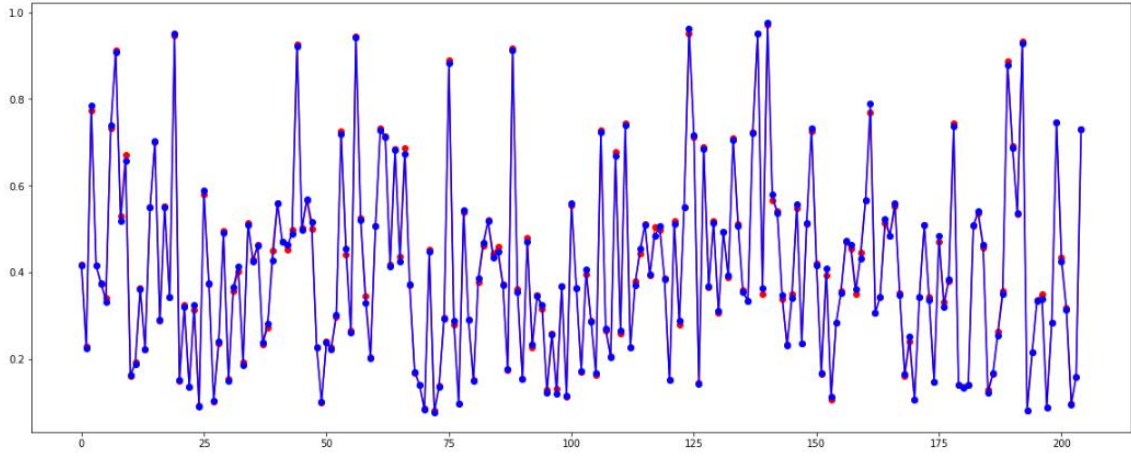
Şekil 15. SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



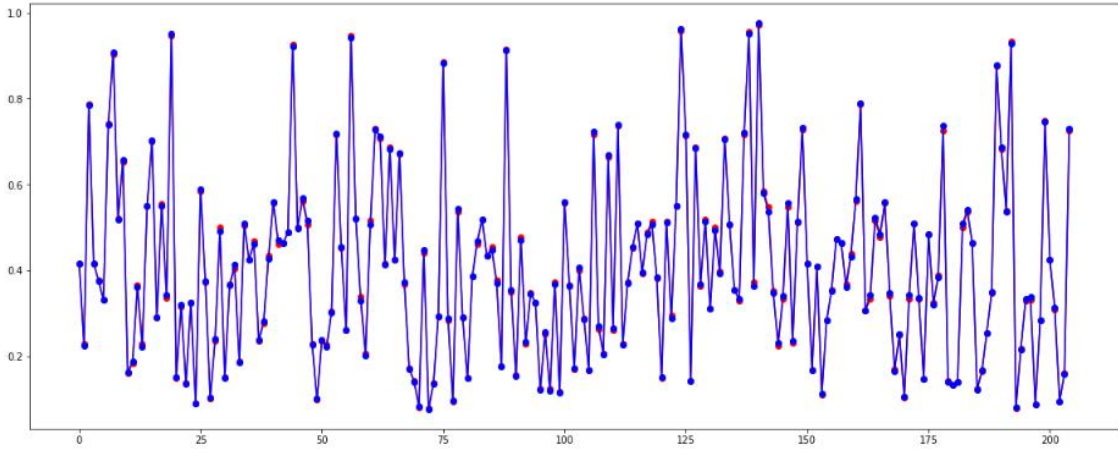
Şekil 16. SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



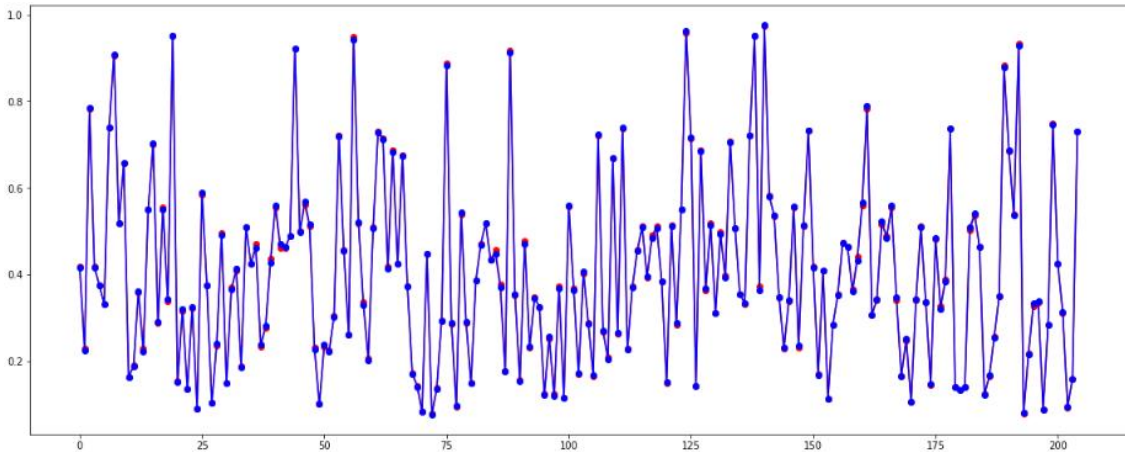
Şekil 17. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri



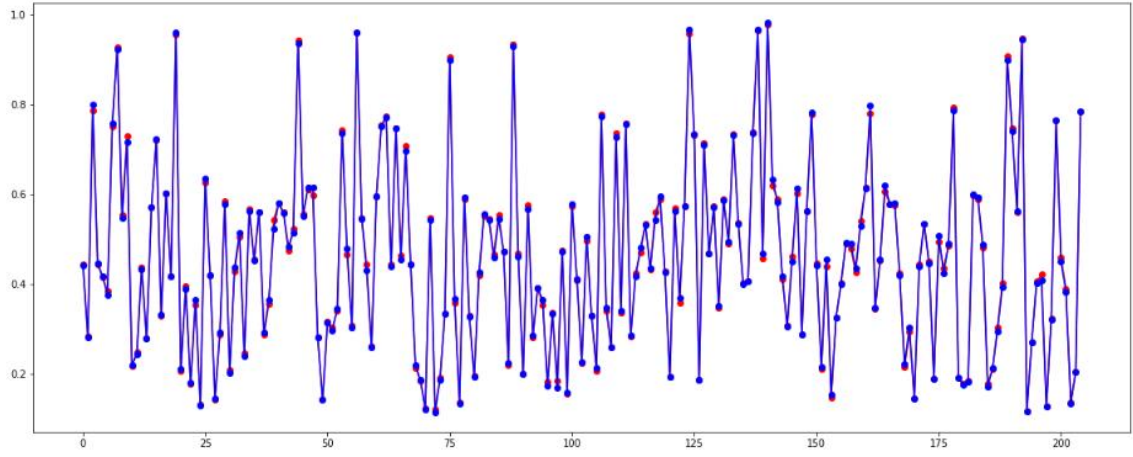
Şekil 18. SS0,25 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



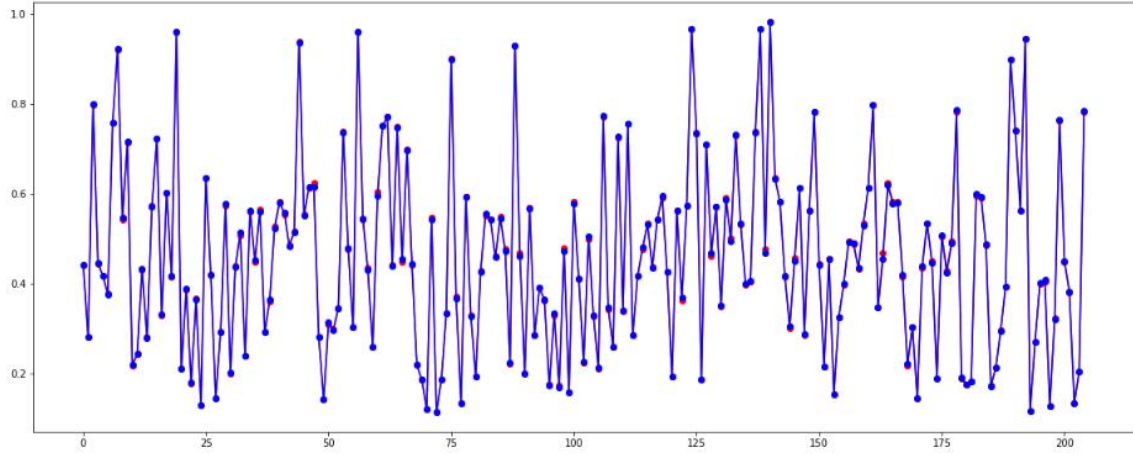
Şekil 19. SS0,25 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



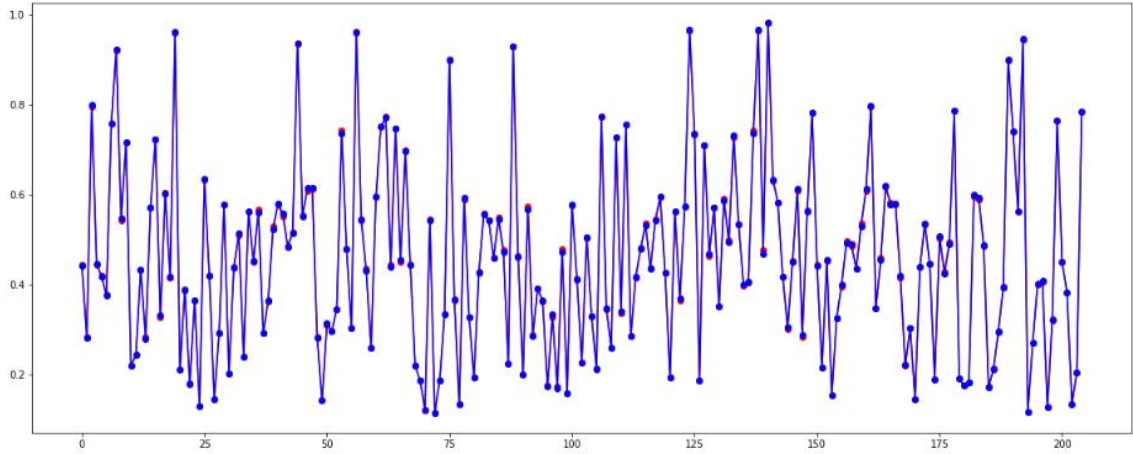
Şekil 20. SS0,25 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



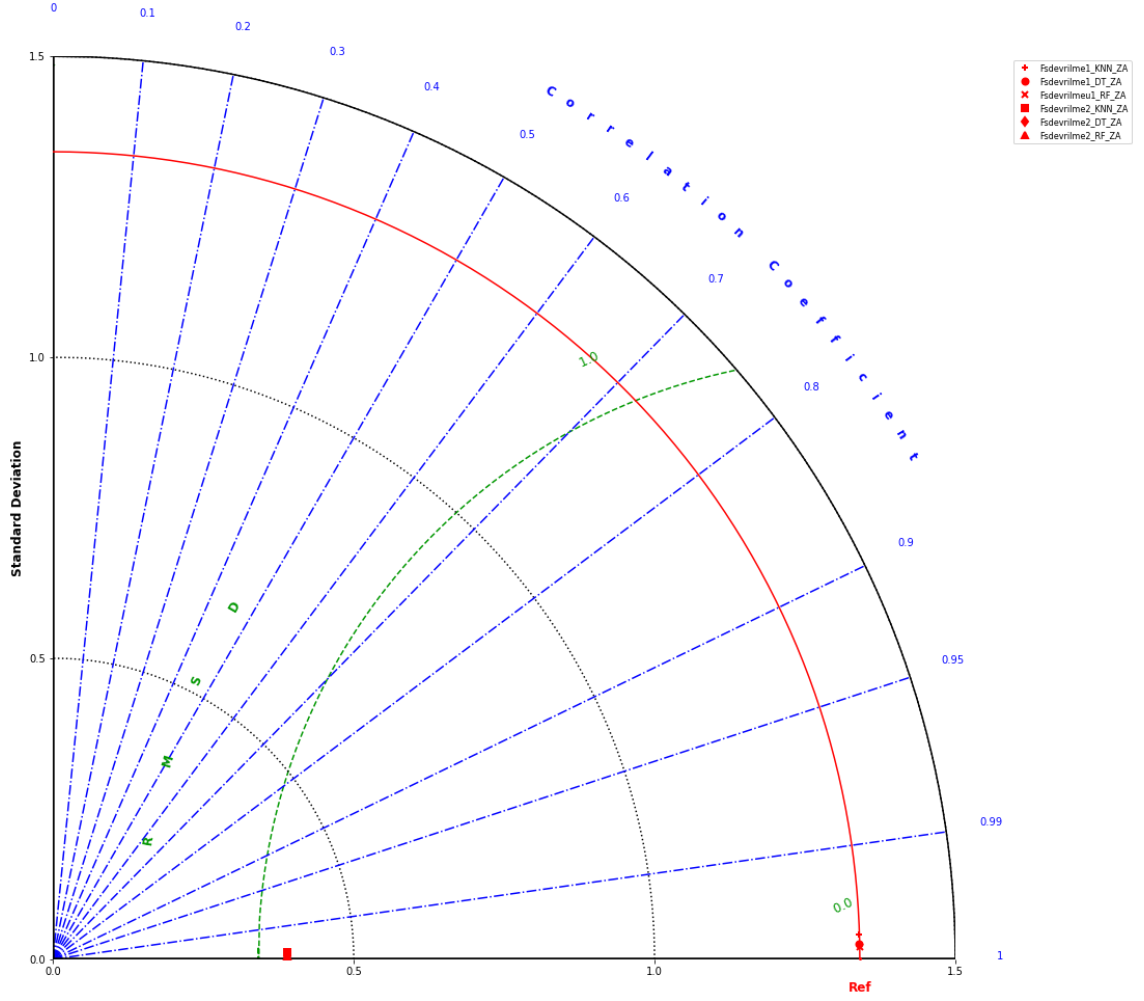
Şekil 21. SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



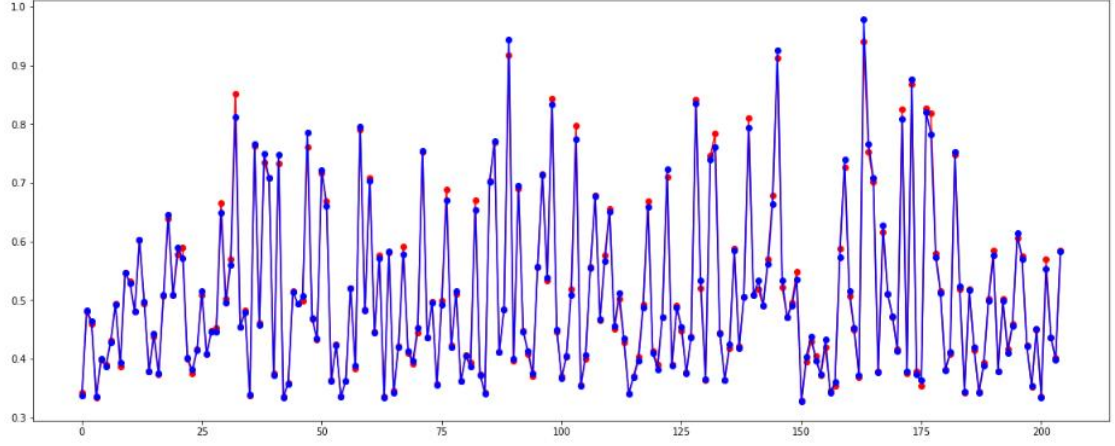
Şekil 22. SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



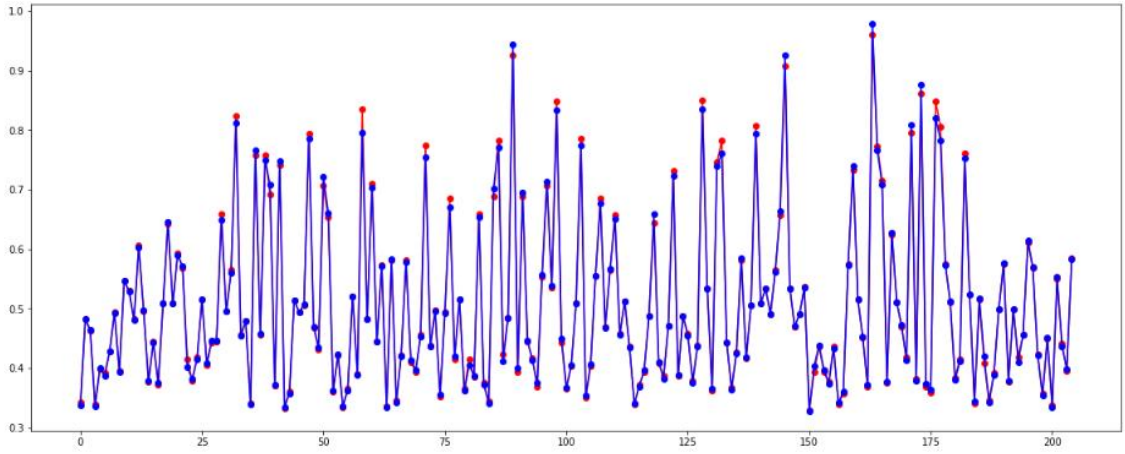
Şekil 23. SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



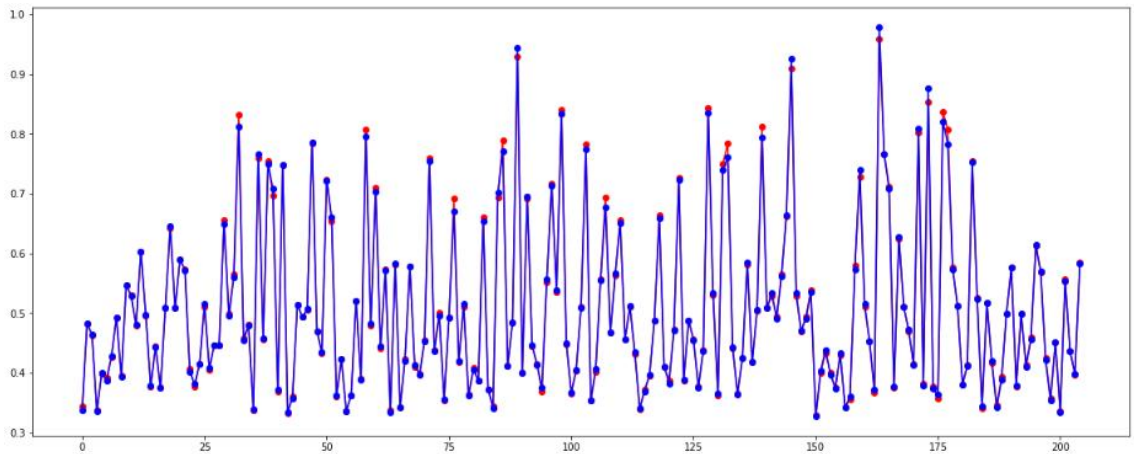
Şekil 24. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri



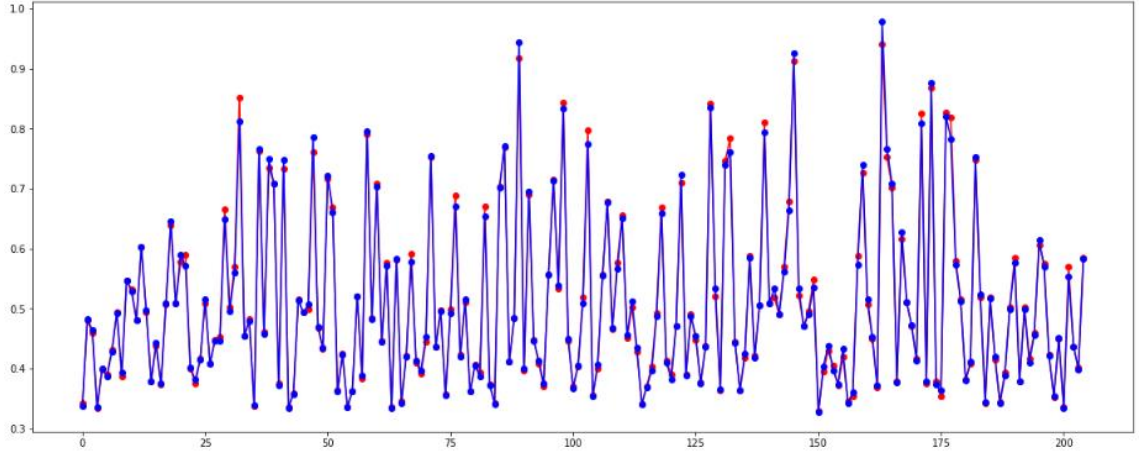
Şekil 25. SS0,25 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



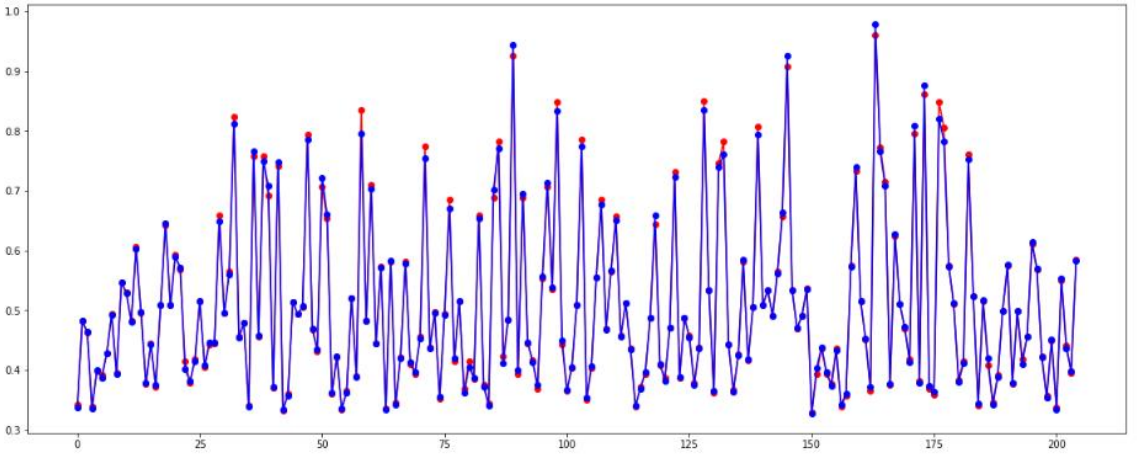
Şekil 26. SS0,25 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



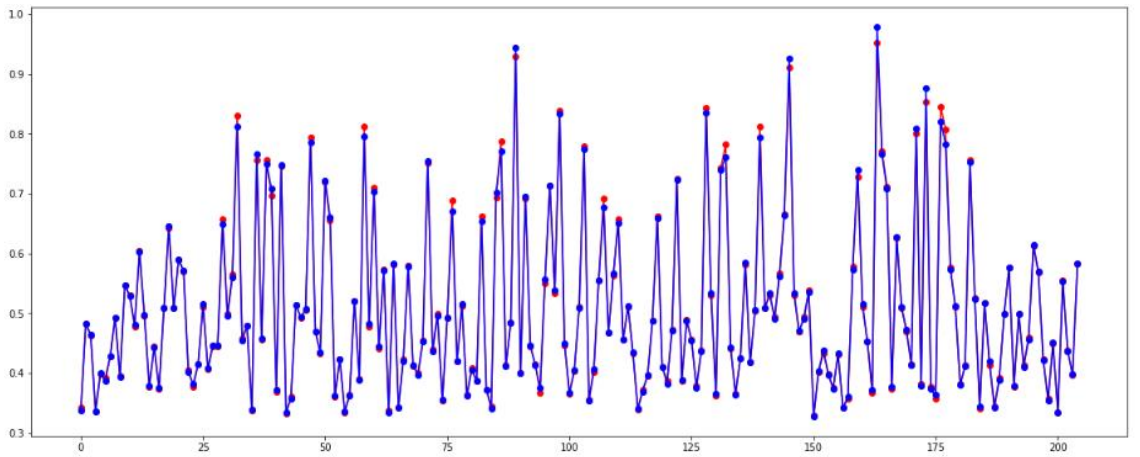
Şekil 27. SS0,25 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



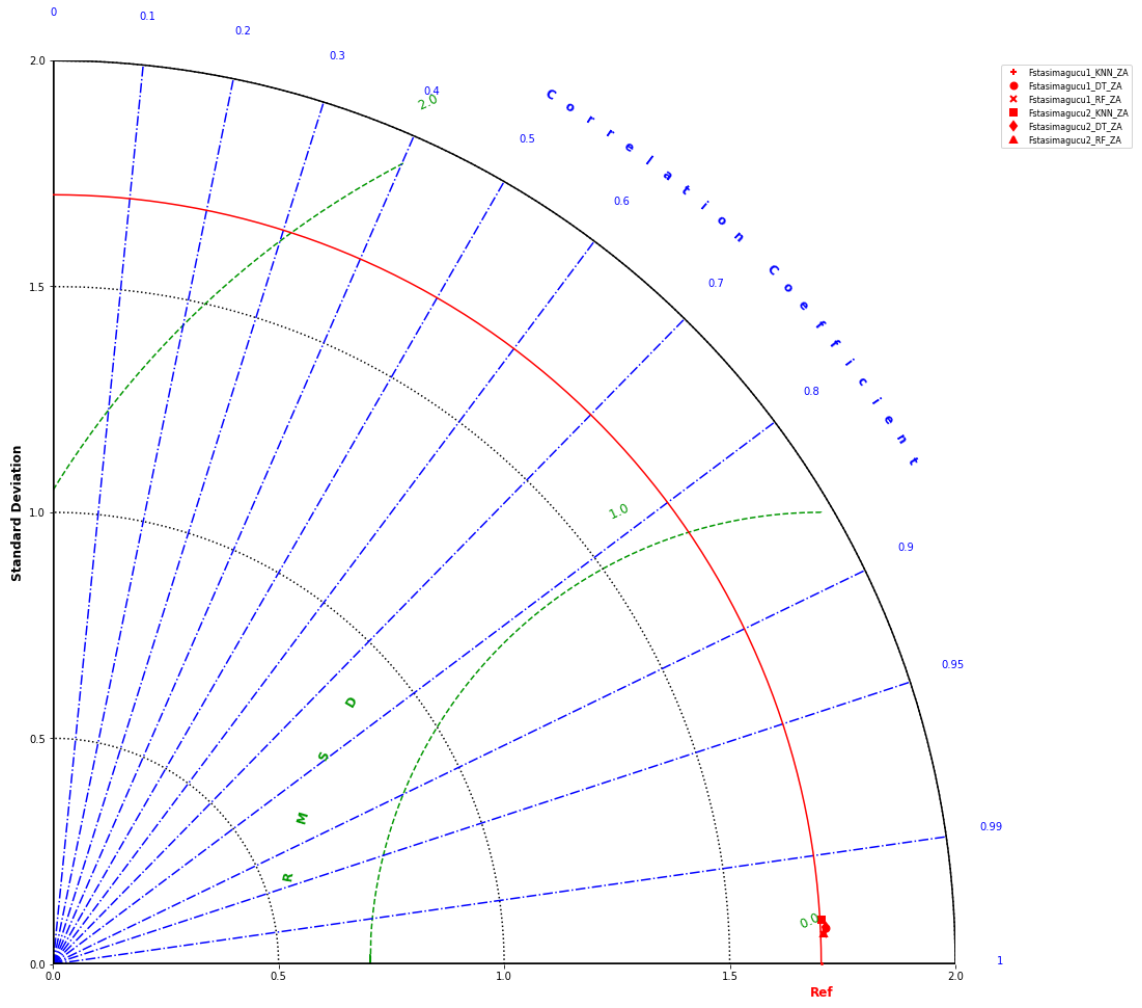
Şekil 28. SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



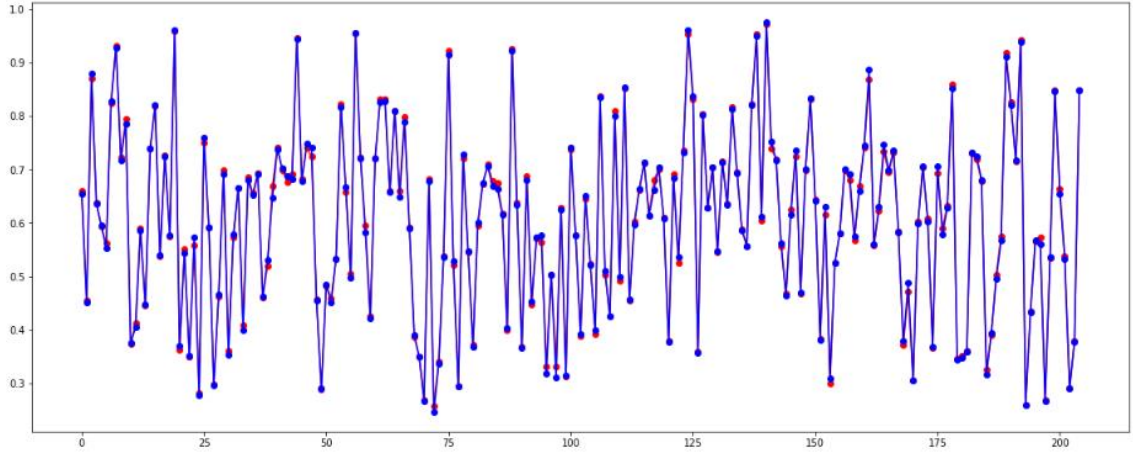
Şekil 29. SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



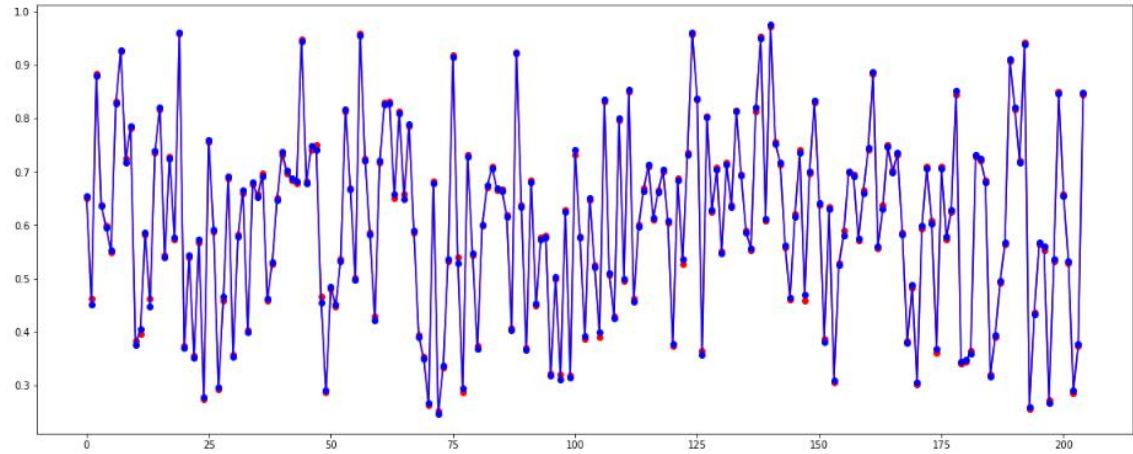
Şekil 30. SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



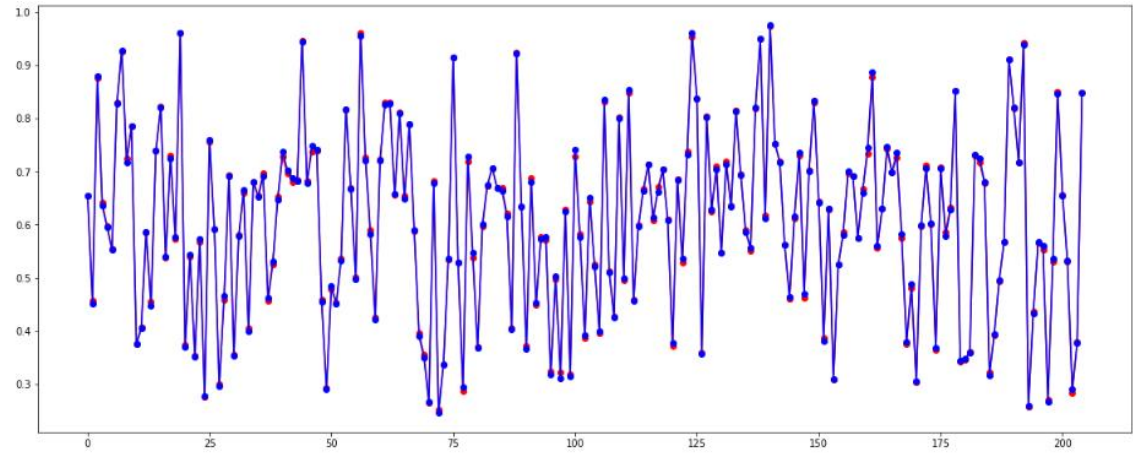
Şekil 31. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri



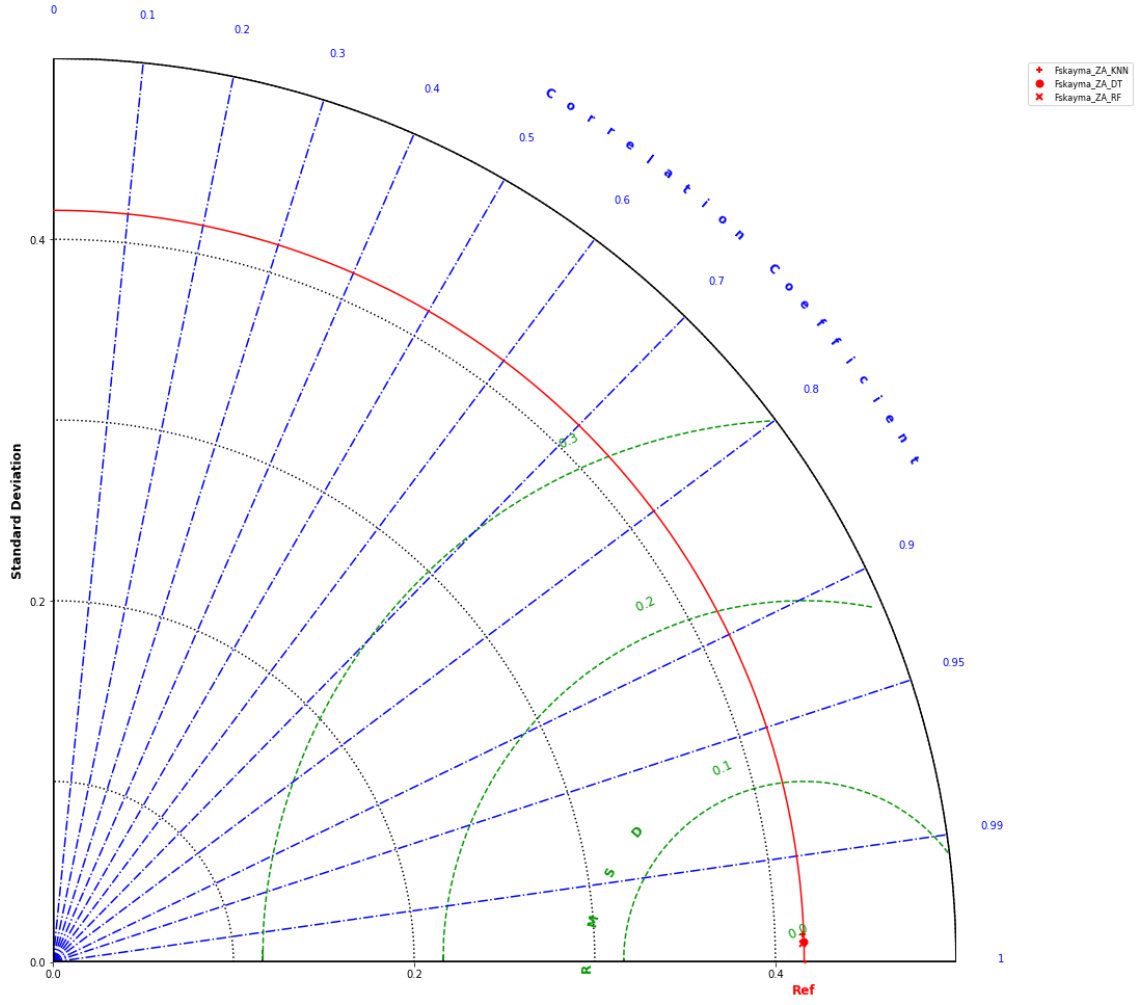
Şekil 32. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



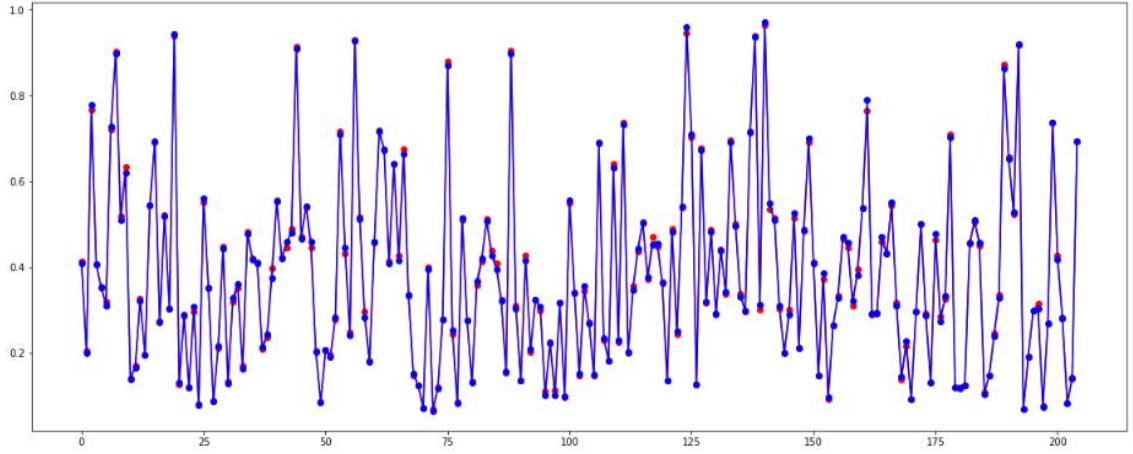
Şekil 33. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



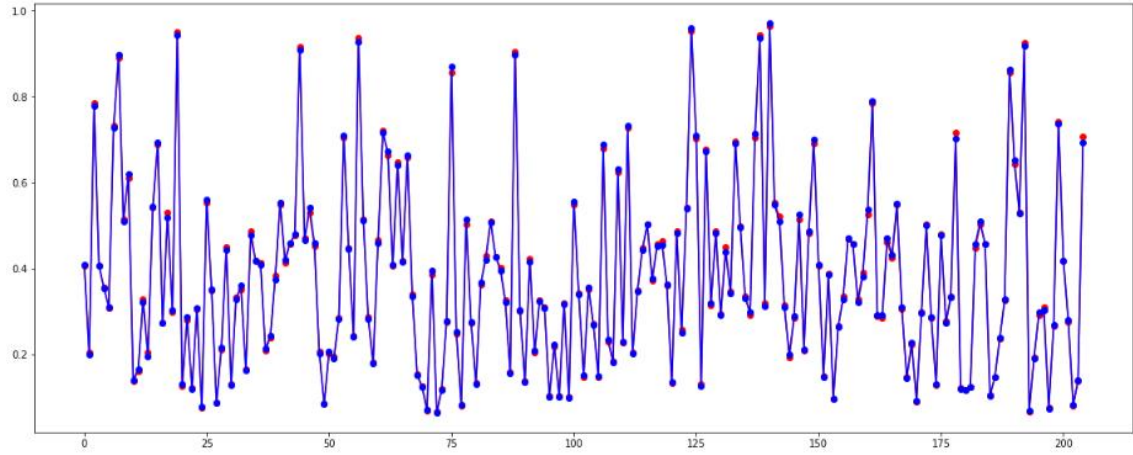
Şekil 34. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



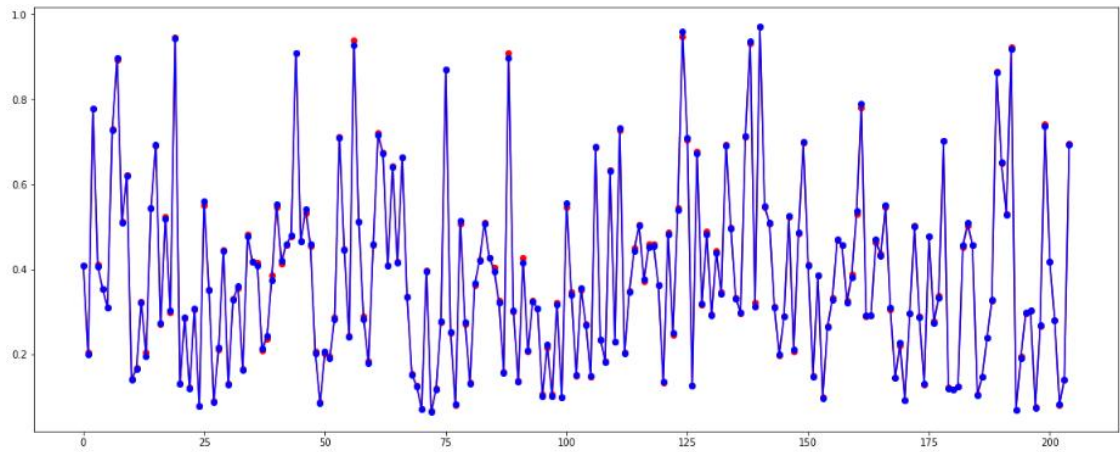
Şekil 35. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için statik kayma değerleri



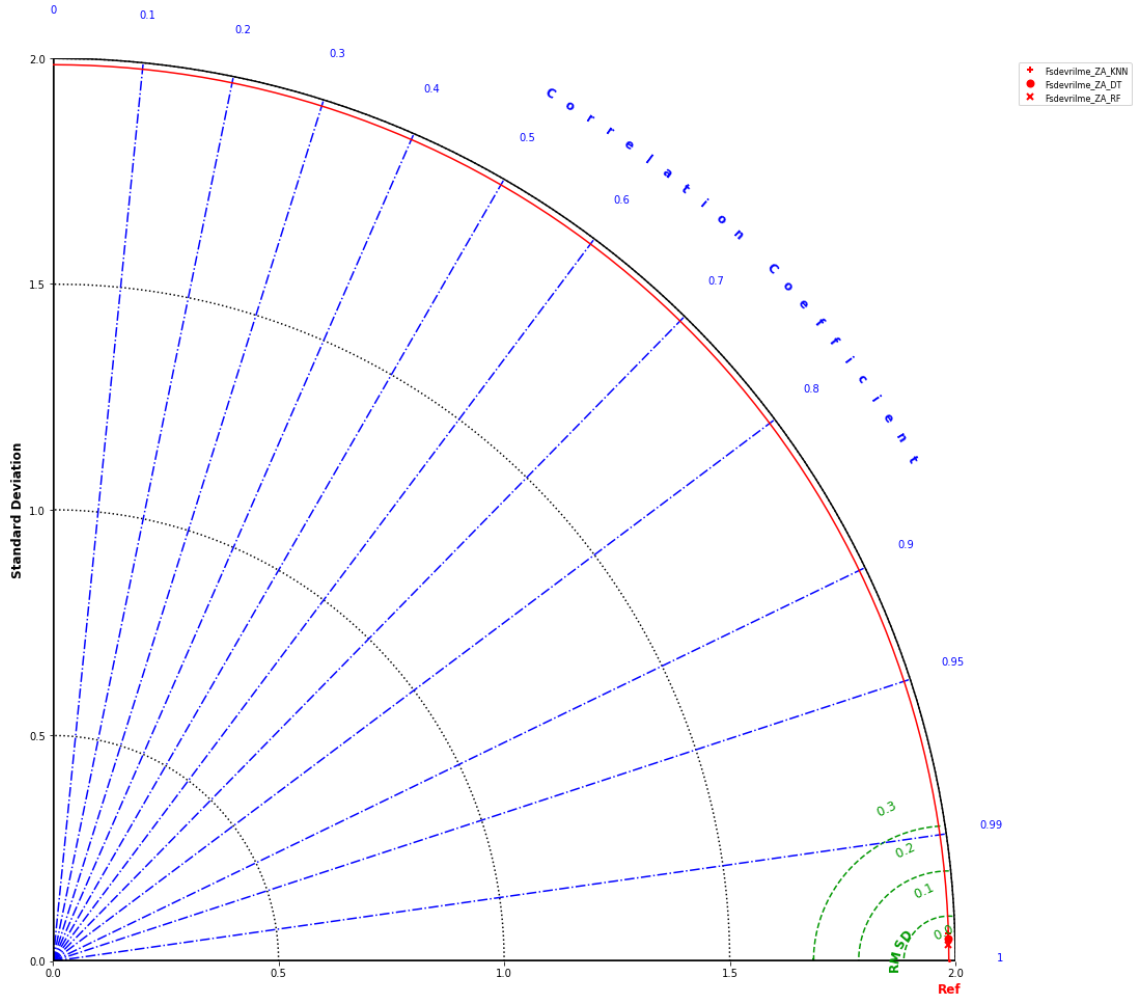
Şekil 36. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



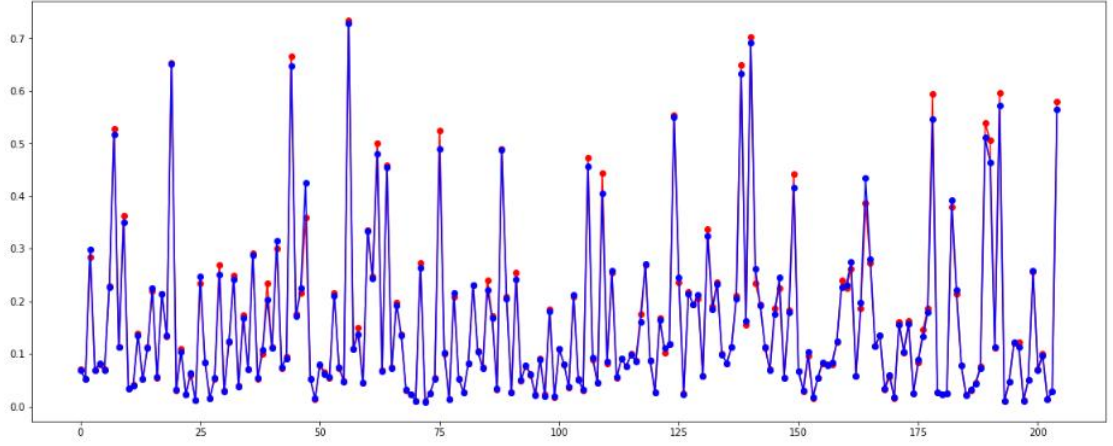
Şekil 37. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



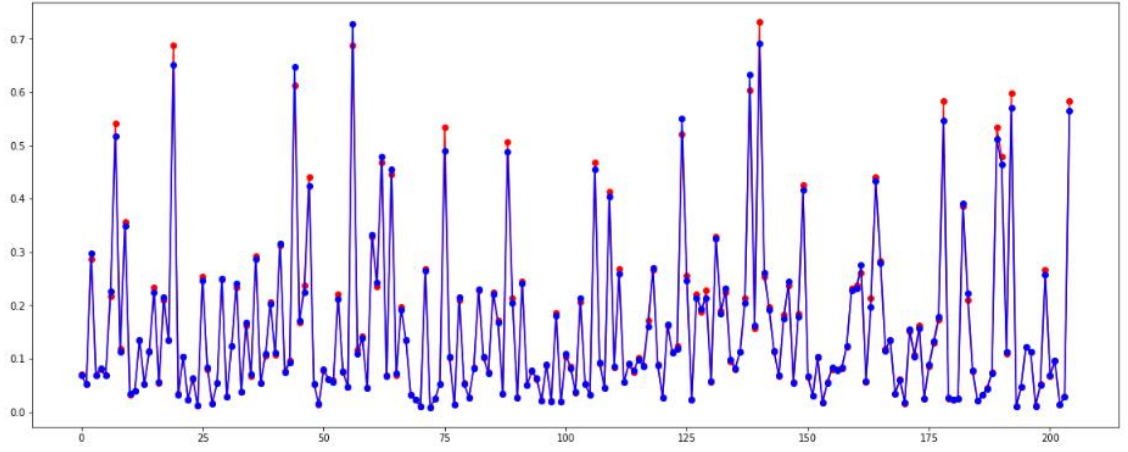
Şekil 38. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



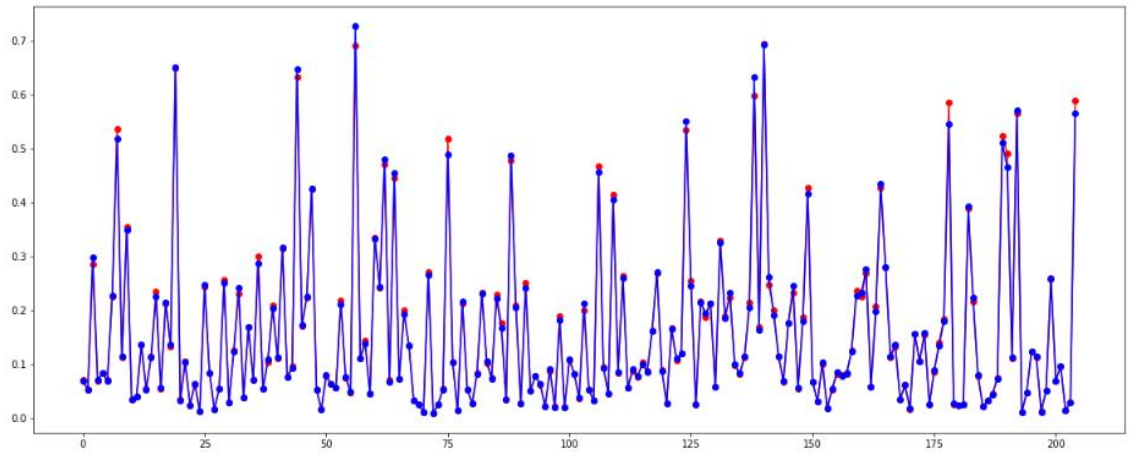
Şekil 39. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için statik devrilme değerleri



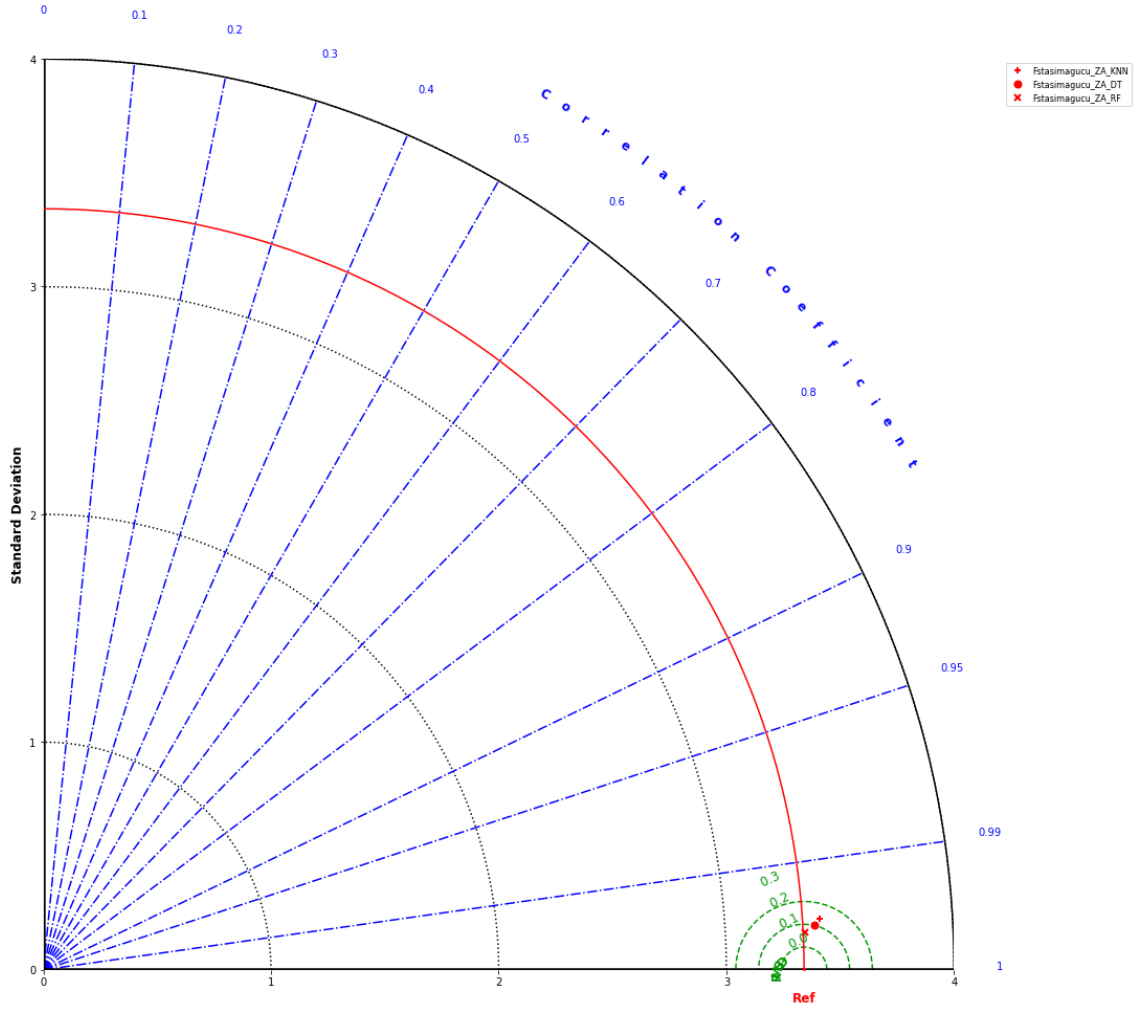
Şekil 40. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



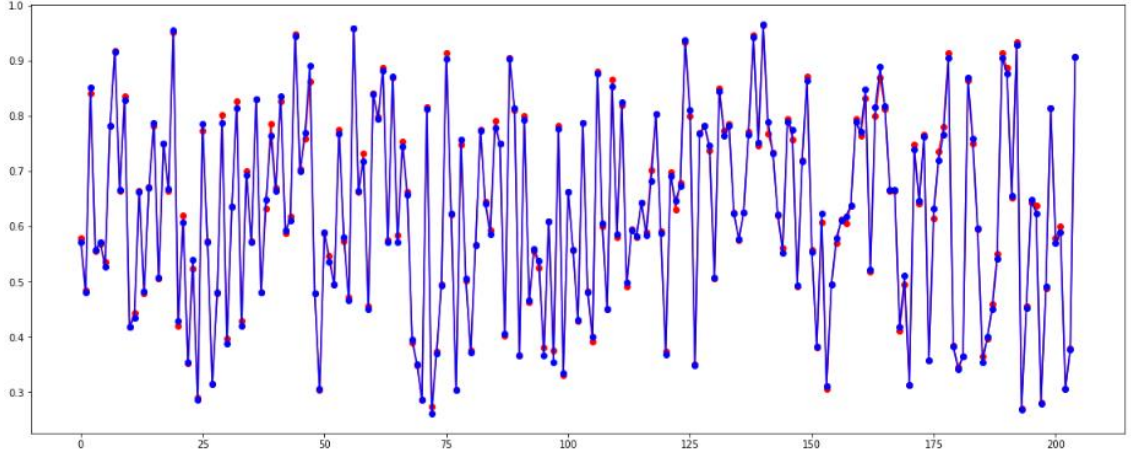
Şekil 41. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



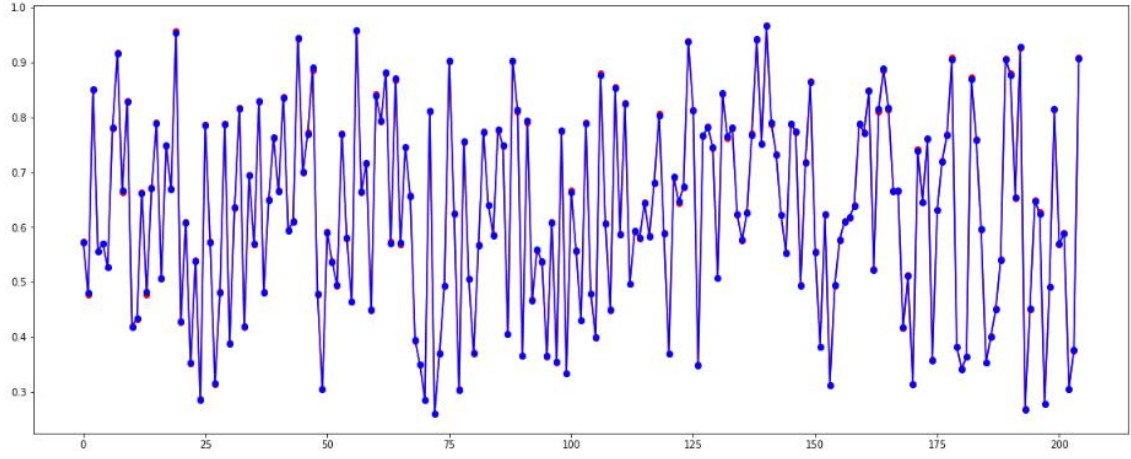
Şekil 42. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



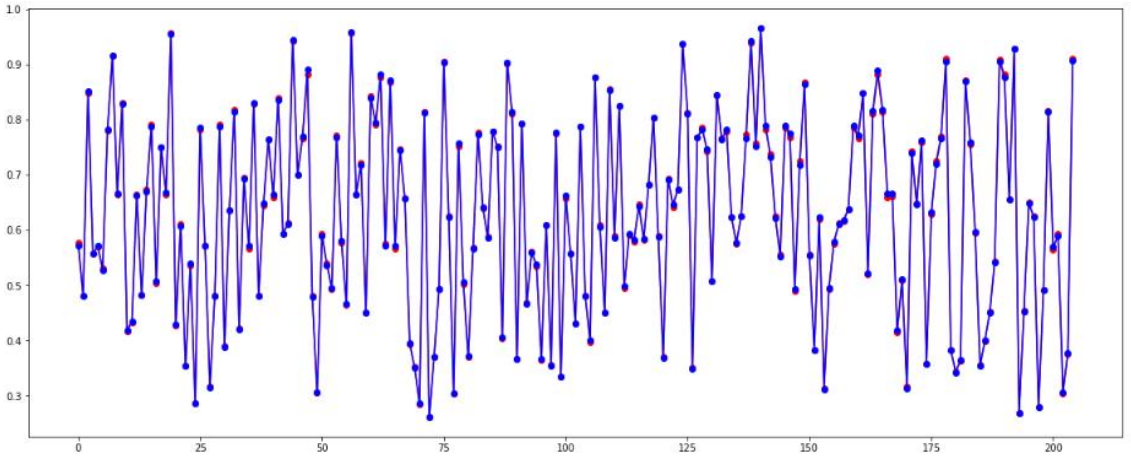
Şekil 43. SS0,25 ve SS1,5 ZA zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri



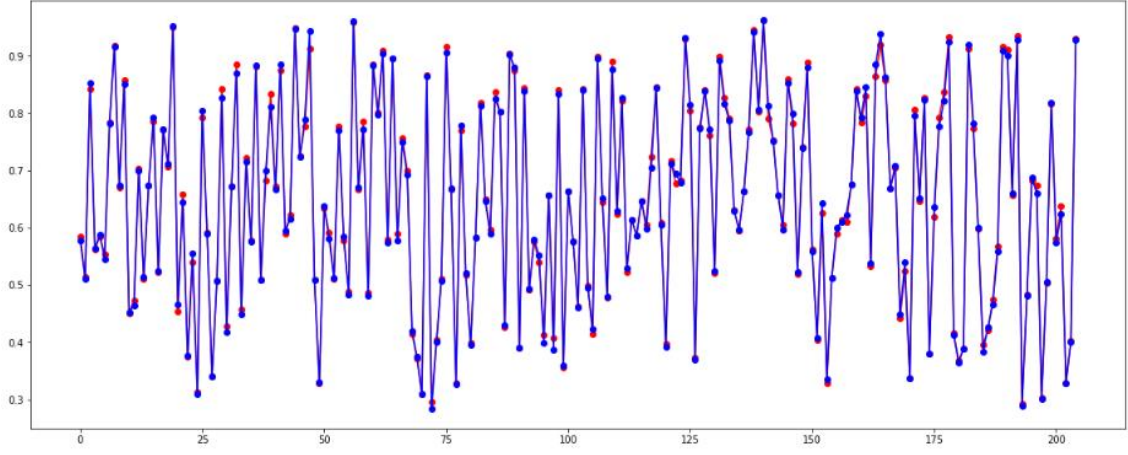
Şekil 44. SS0,25 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



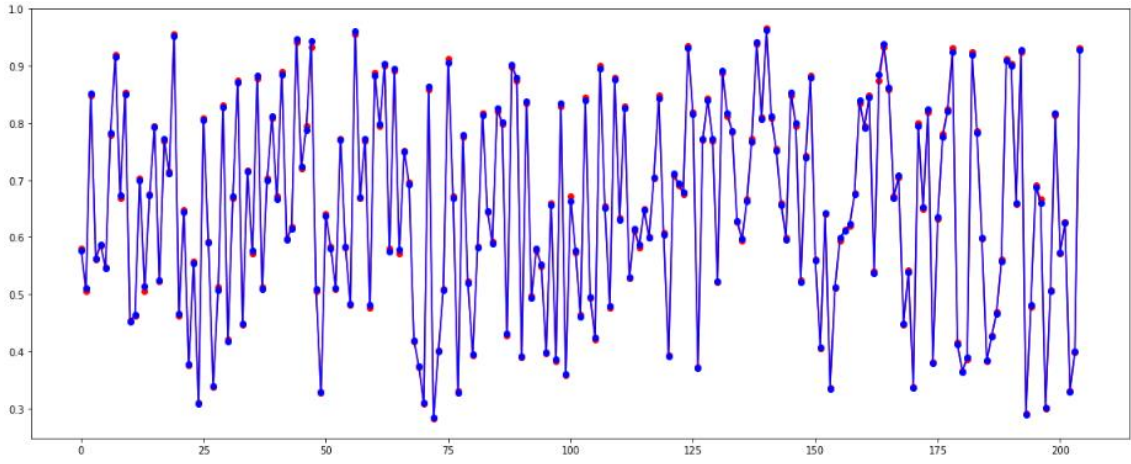
Şekil 45. SS0,25 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



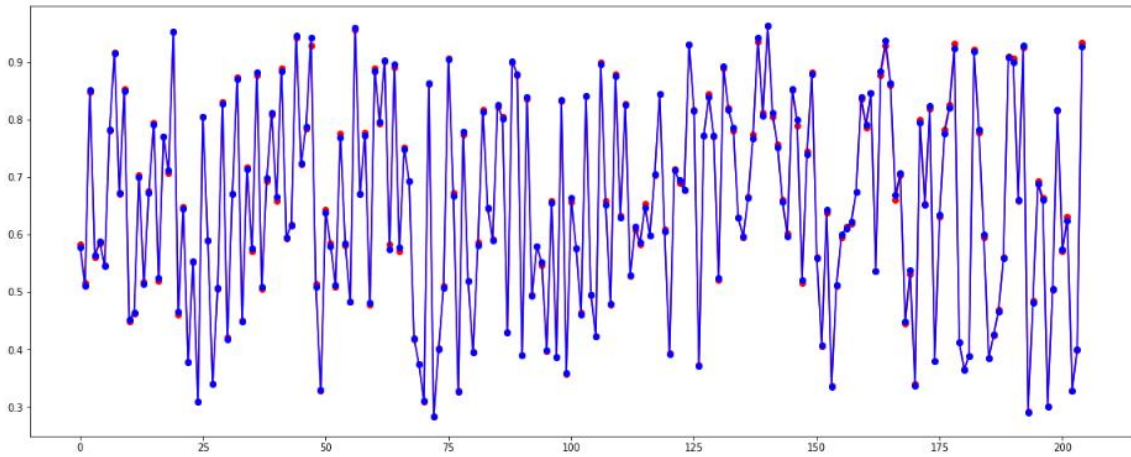
Şekil 46. SS0,25 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



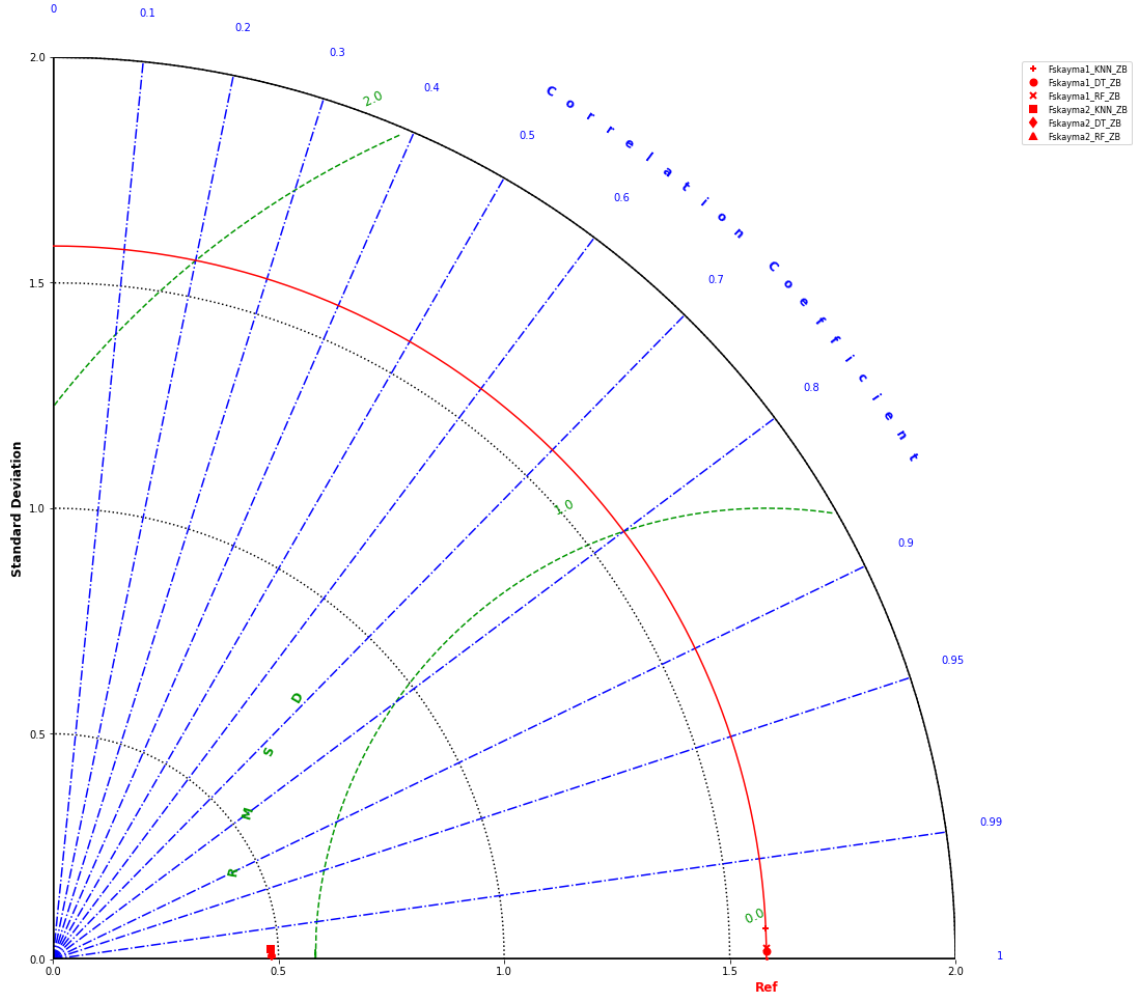
Şekil 47. SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



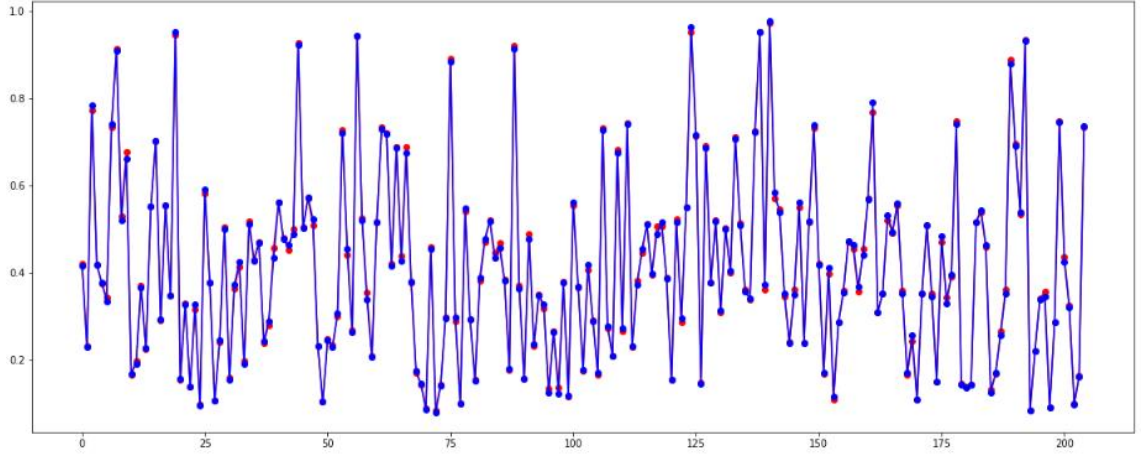
Şekil 48. SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



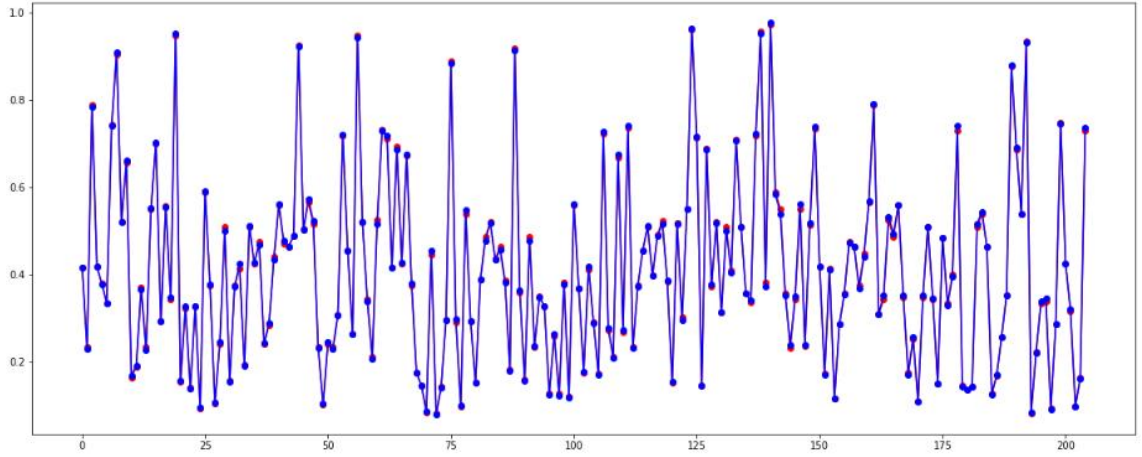
Şekil 49. SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



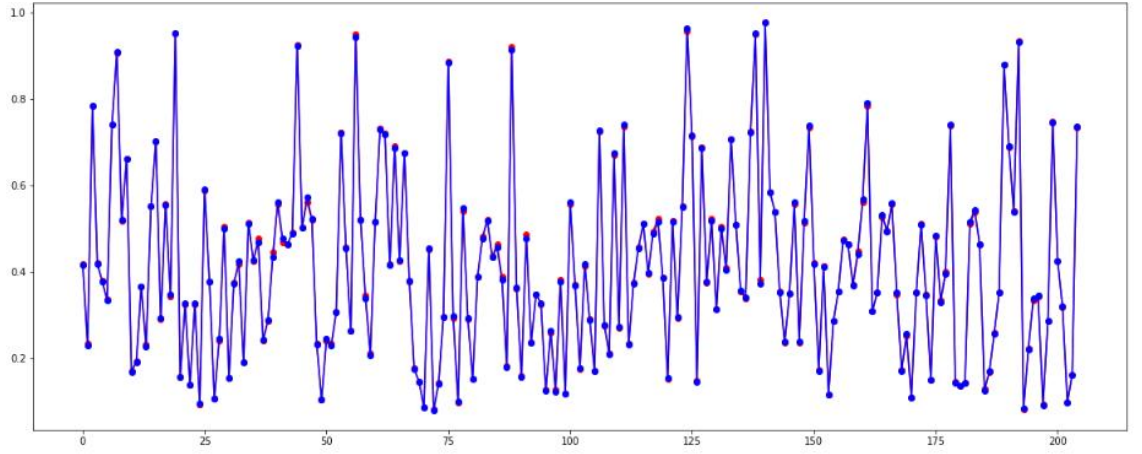
Şekil 50. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri



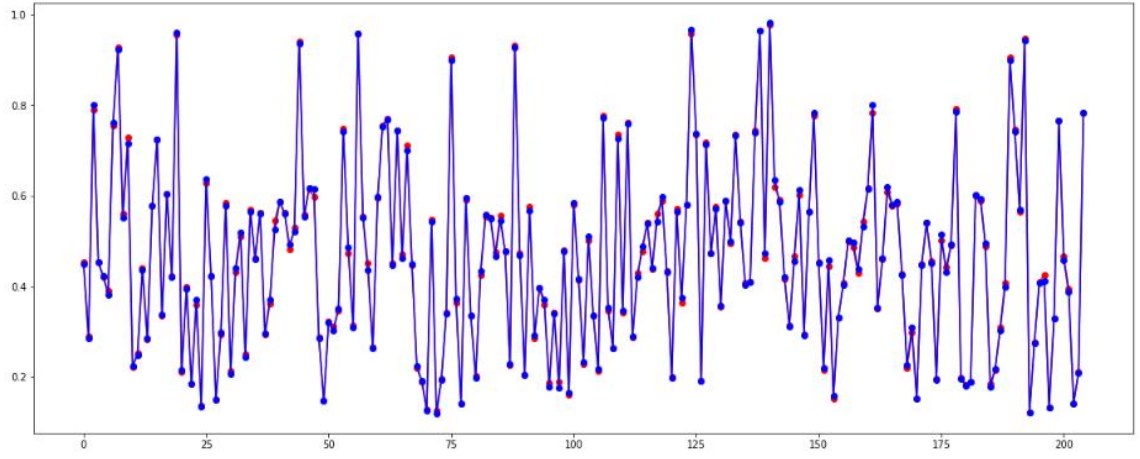
Şekil 51. SS0,25 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



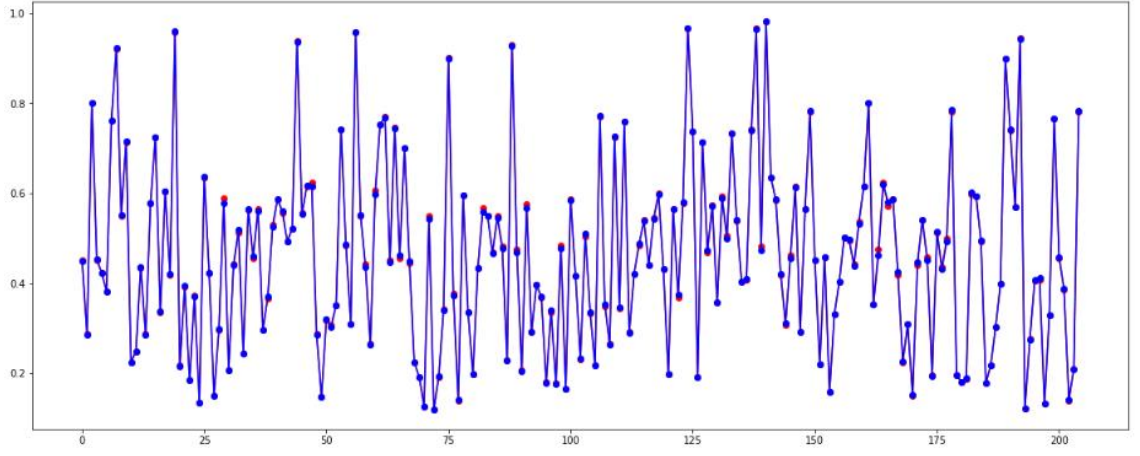
Şekil 52. SS0,25 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



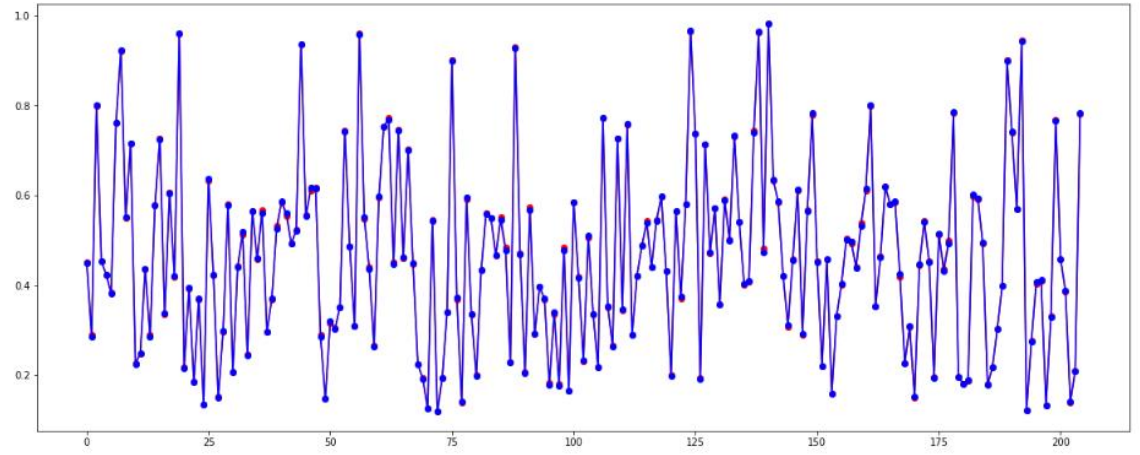
Şekil 53. SS0,25 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



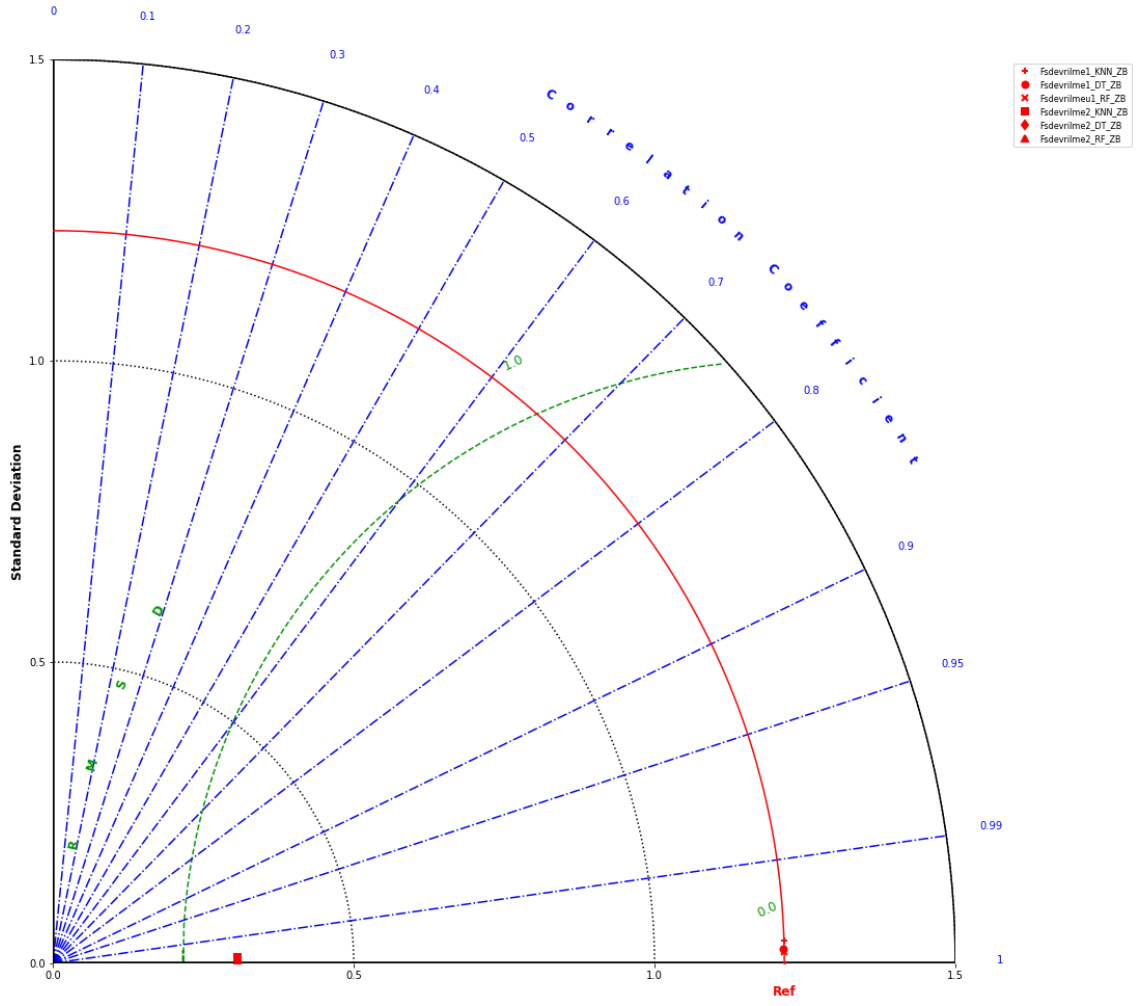
Şekil 54. SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



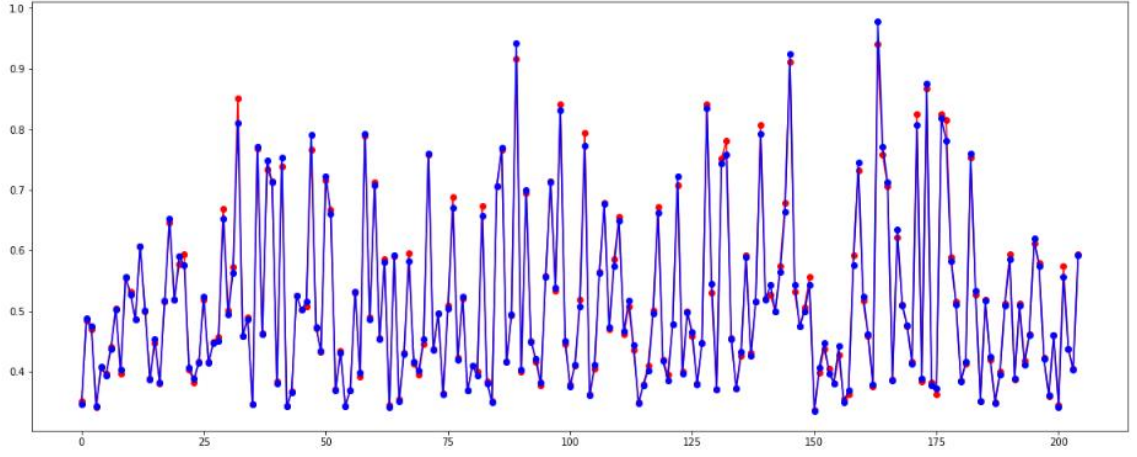
Şekil 55. SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



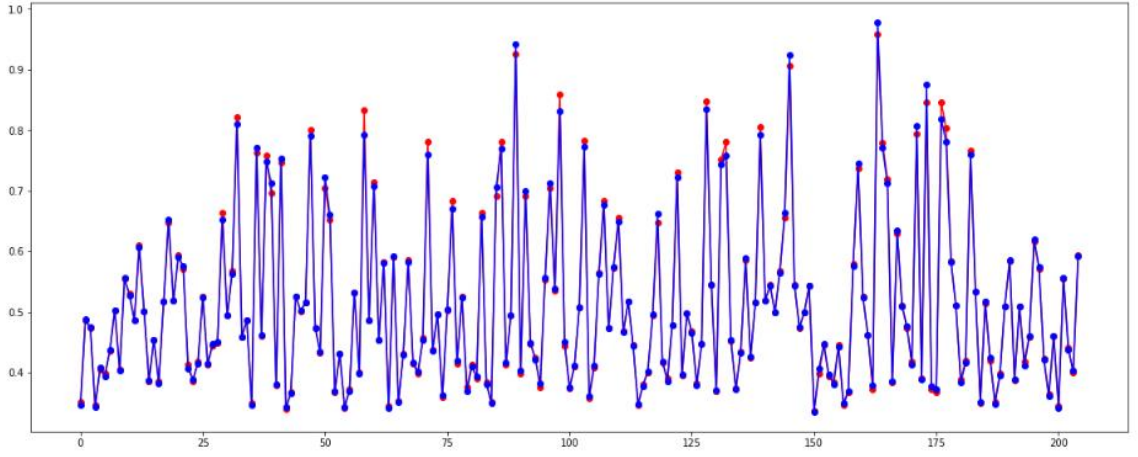
Şekil 56. SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



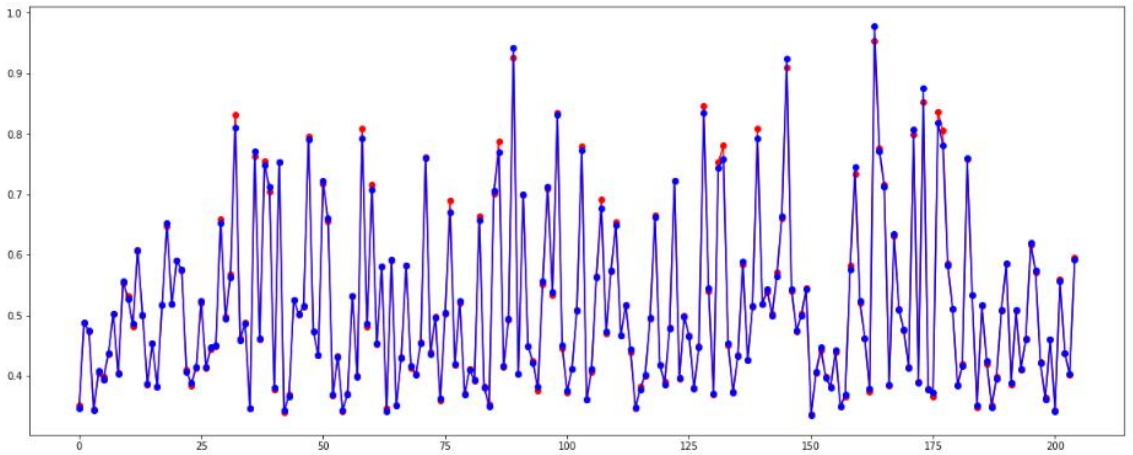
Şekil 57. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri



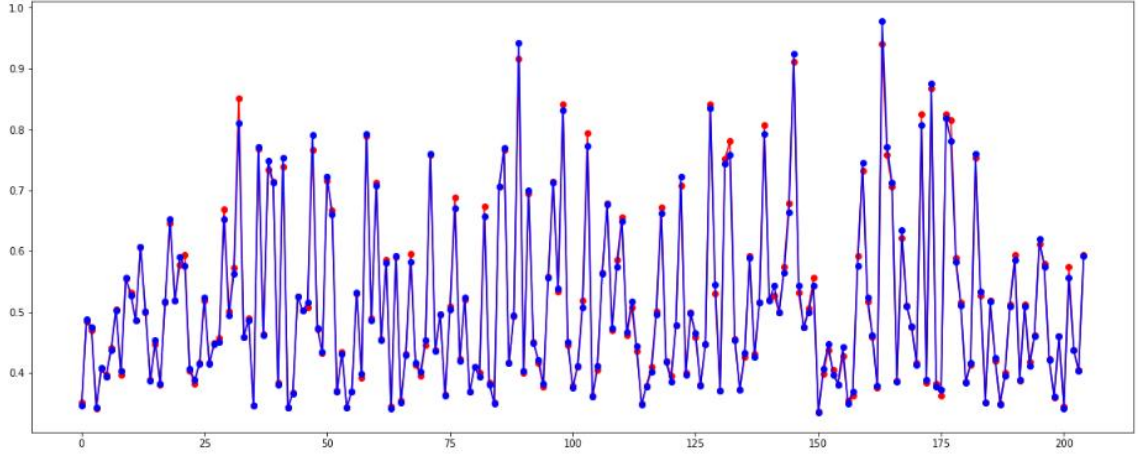
Şekil 58. SS0,25 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



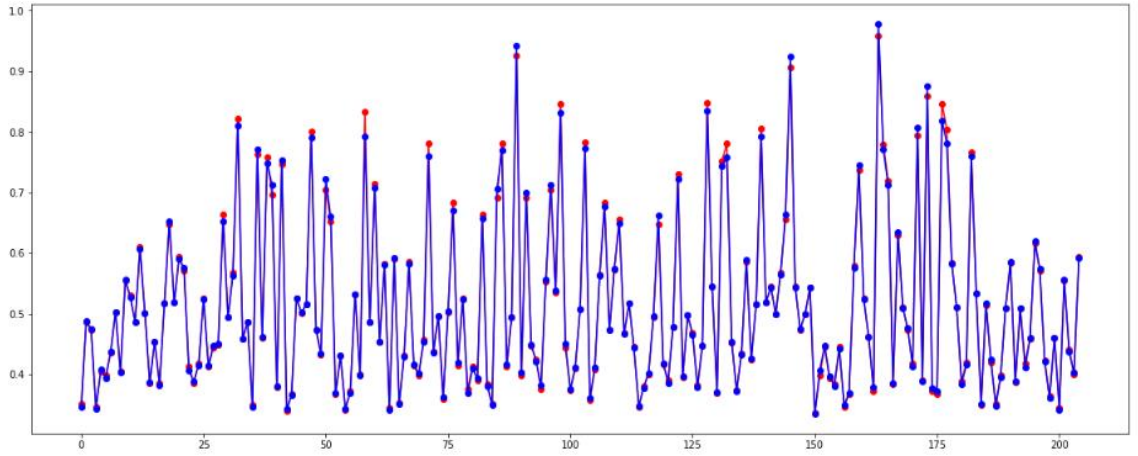
Şekil 59. SS0,25 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



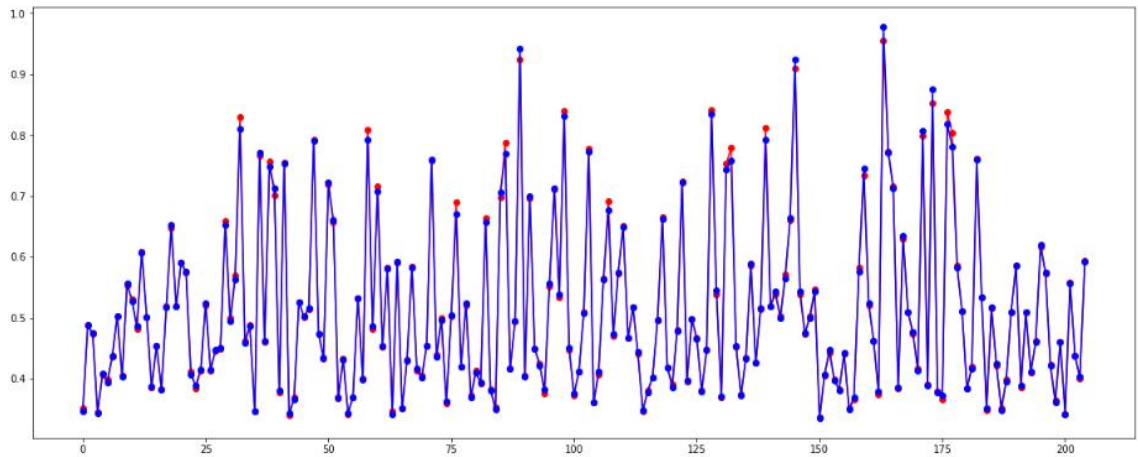
Şekil 60. SS0,25 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



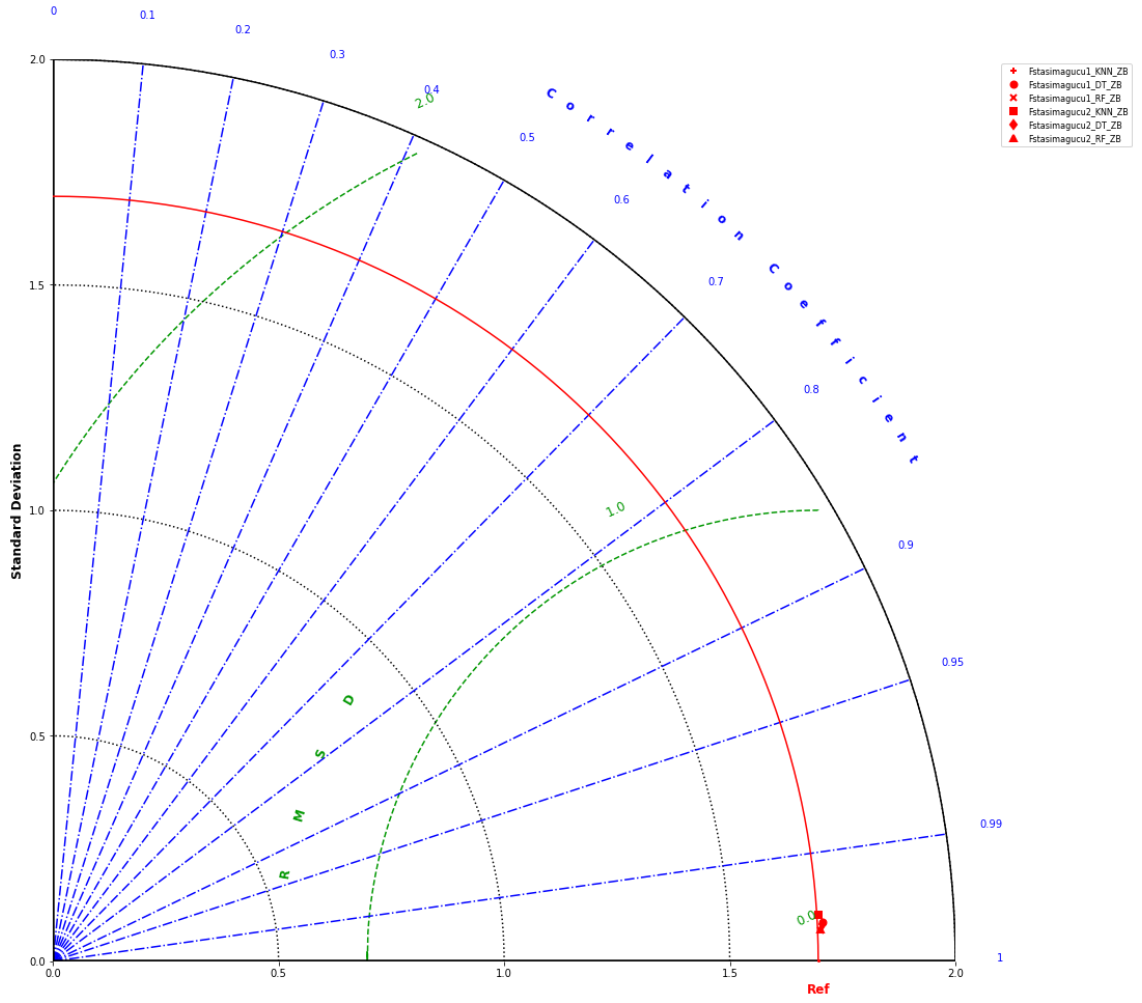
Şekil 61. SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



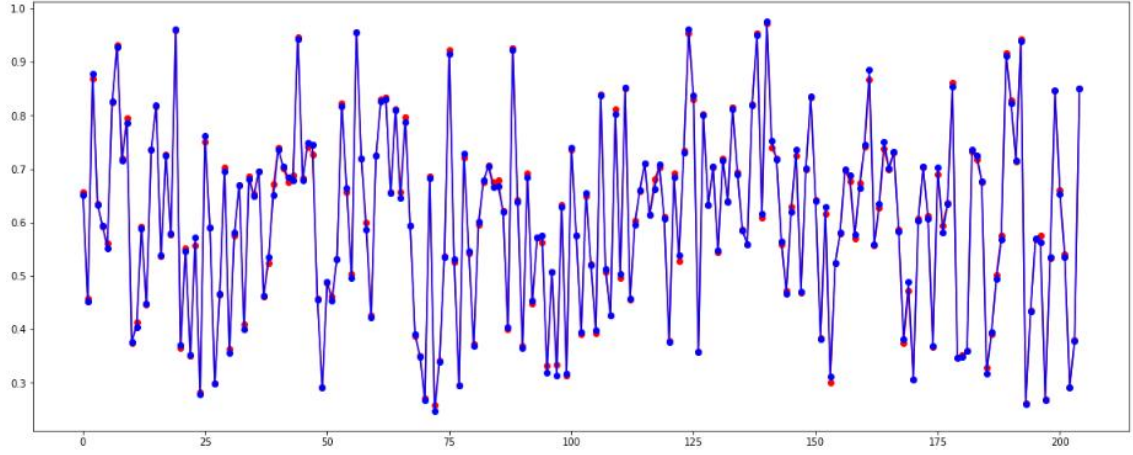
Şekil 62. SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



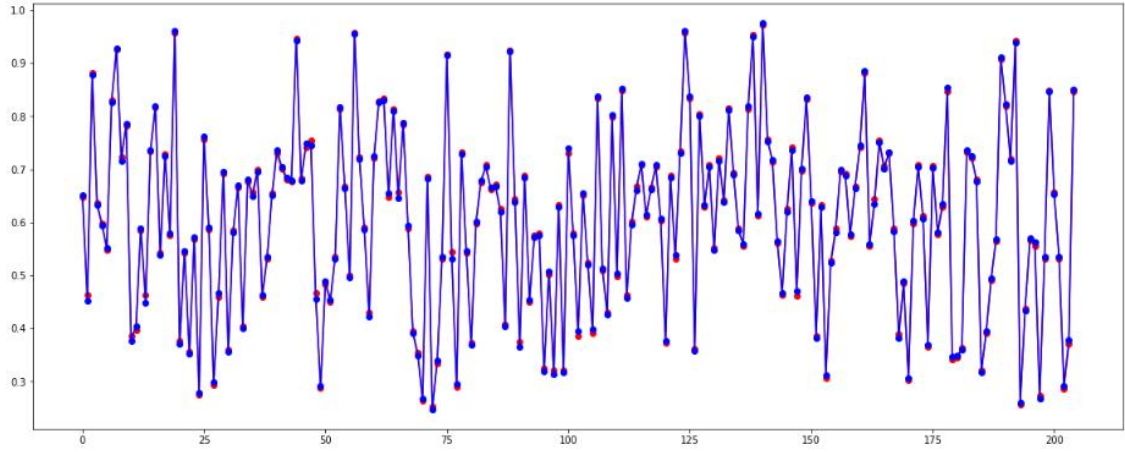
Şekil 63. SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



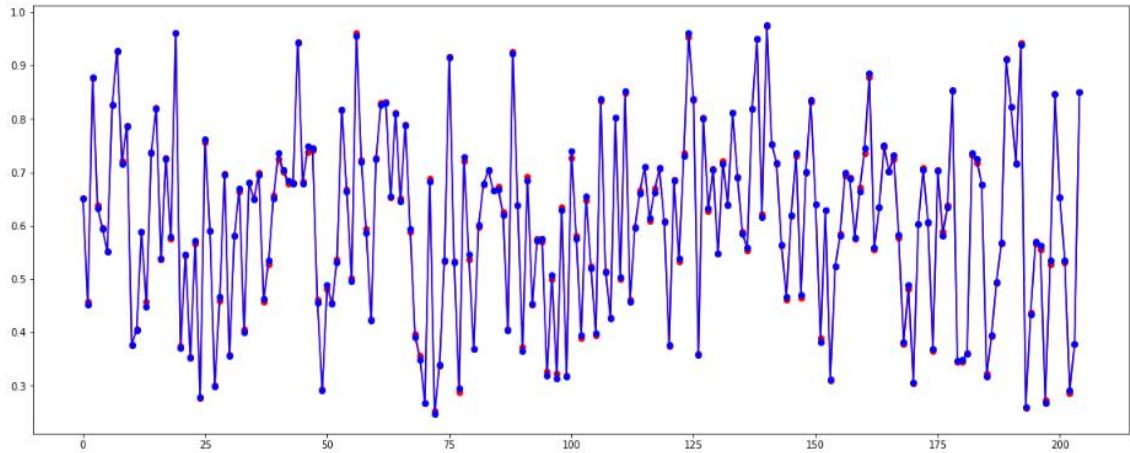
Şekil 64. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri



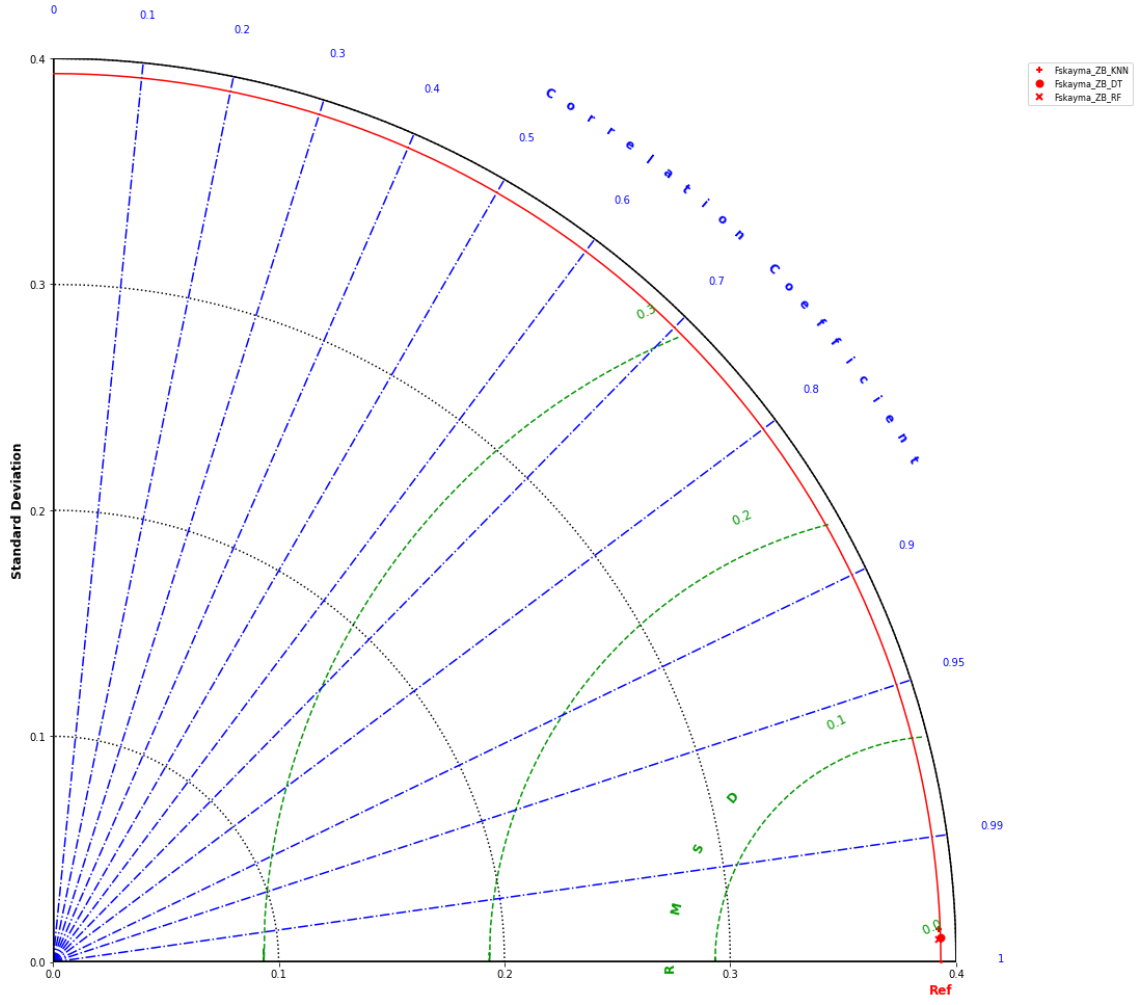
Şekil 65. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



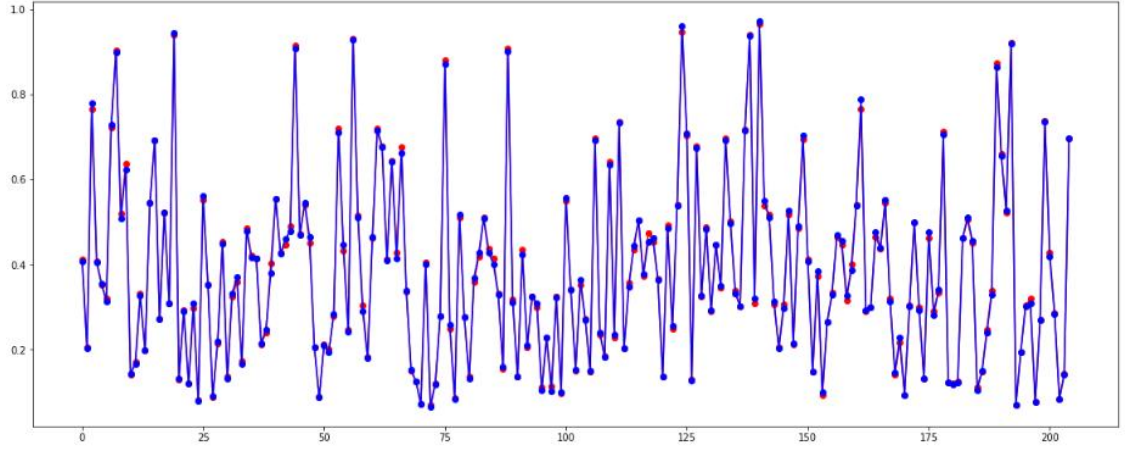
Şekil 66. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



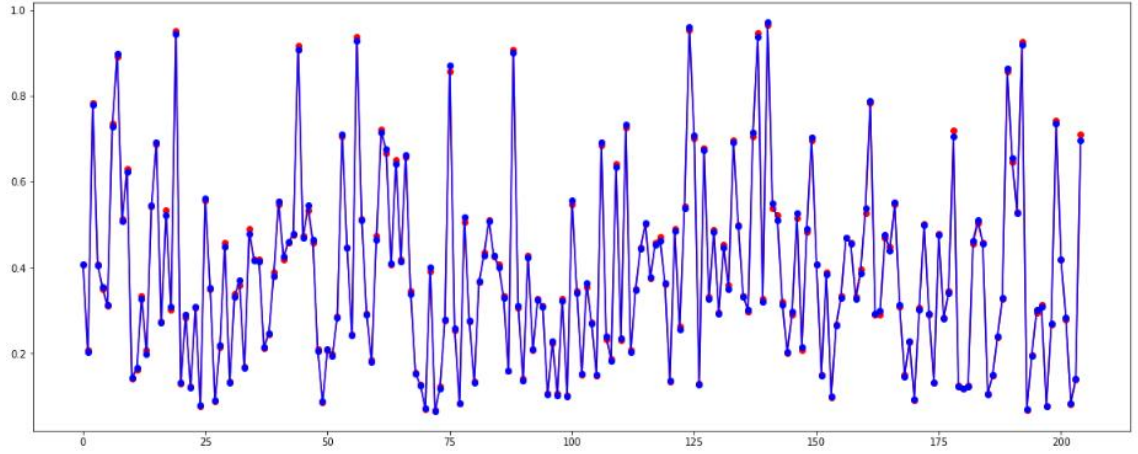
Şekil 67. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



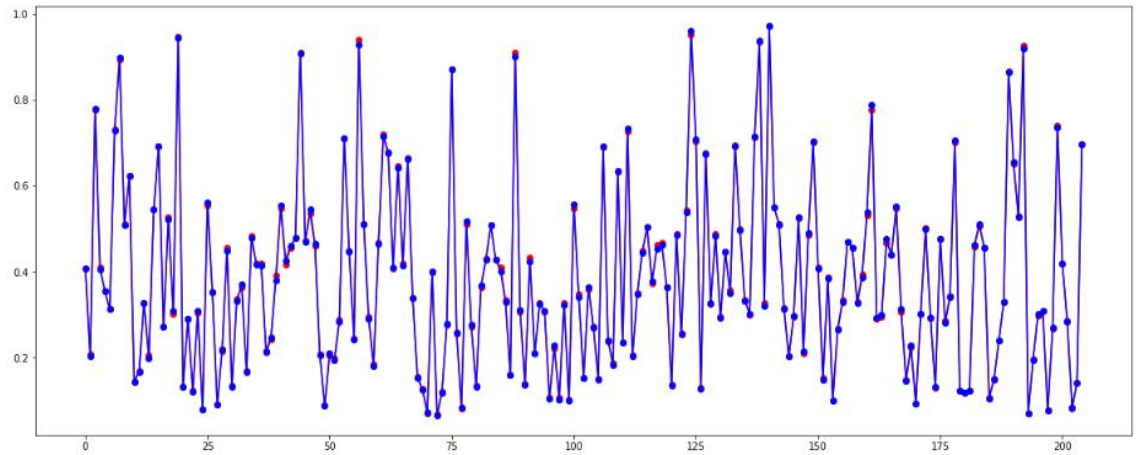
Şekil 68. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için statik kayma değerleri



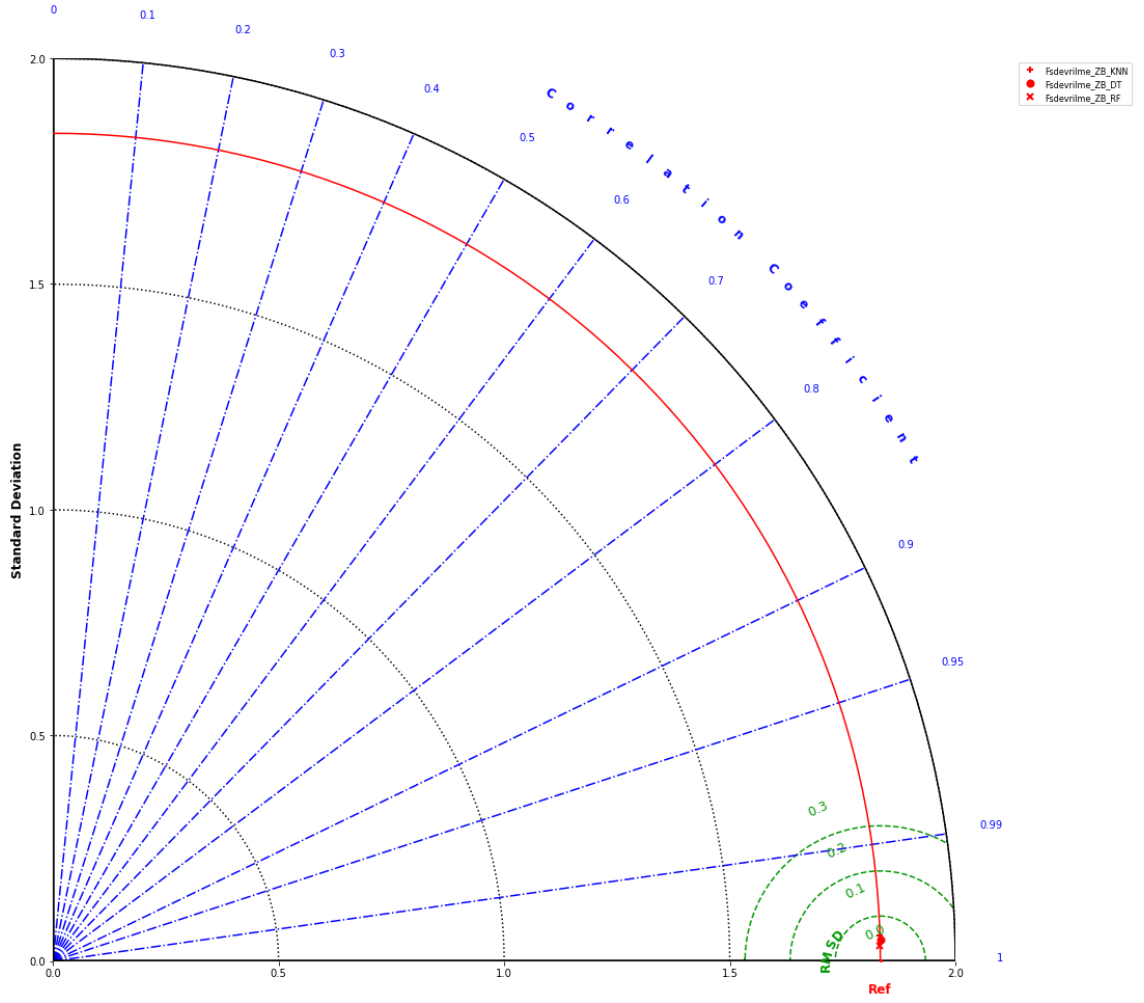
Şekil 69. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



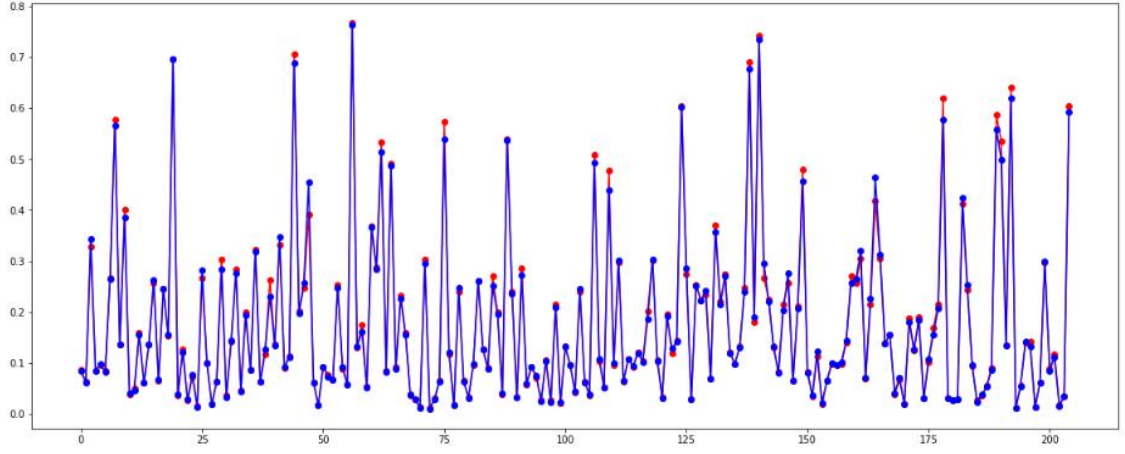
Şekil 70. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



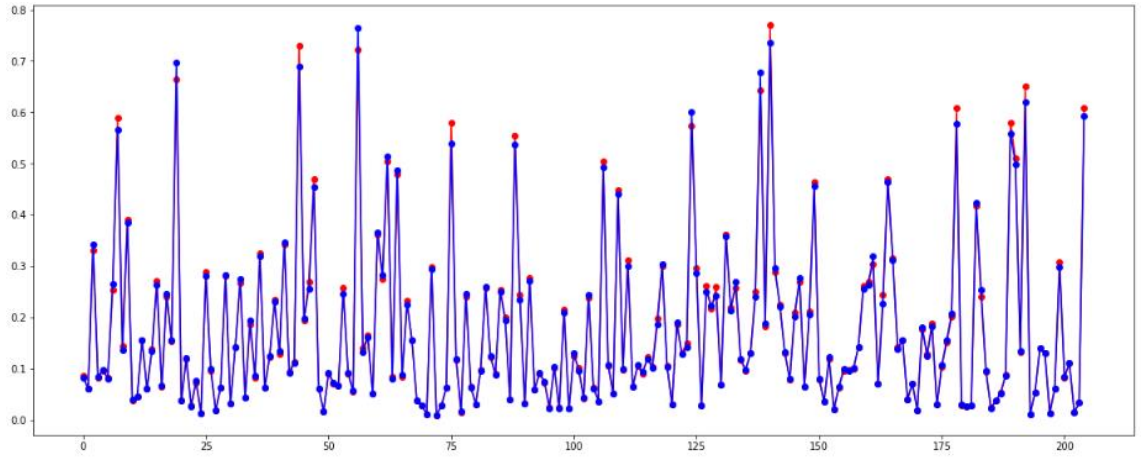
Şekil 71. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



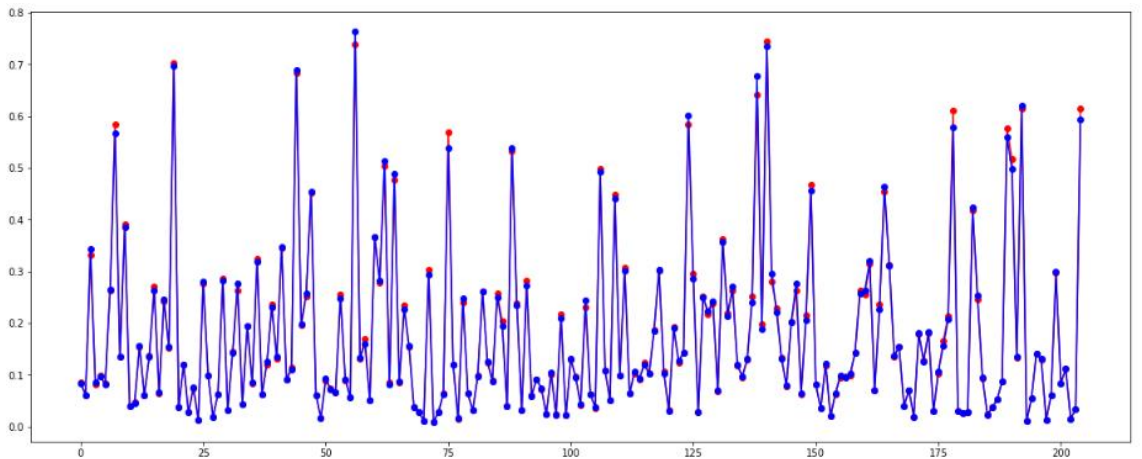
Şekil 72. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için statik devrilme değerleri



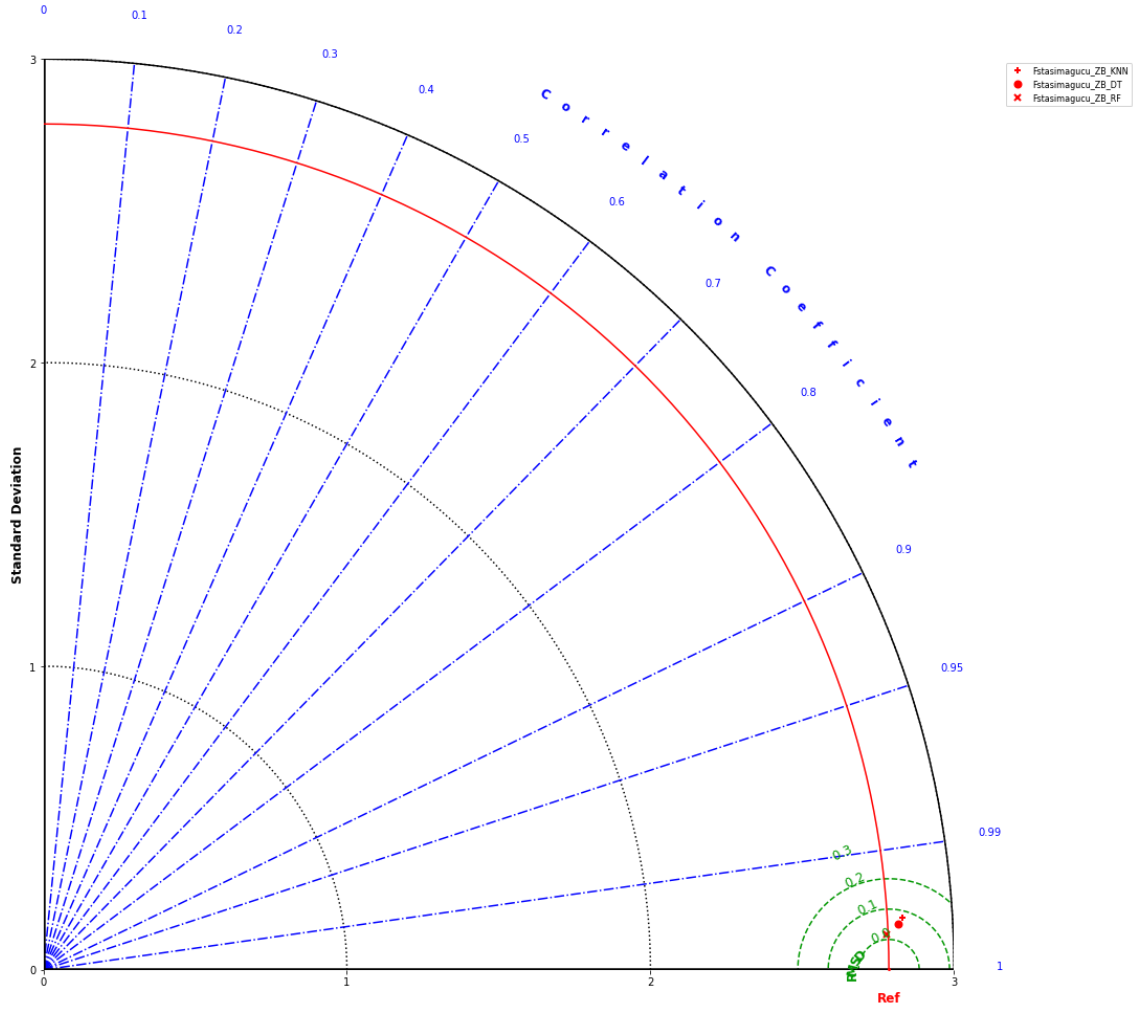
Şekil 73. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



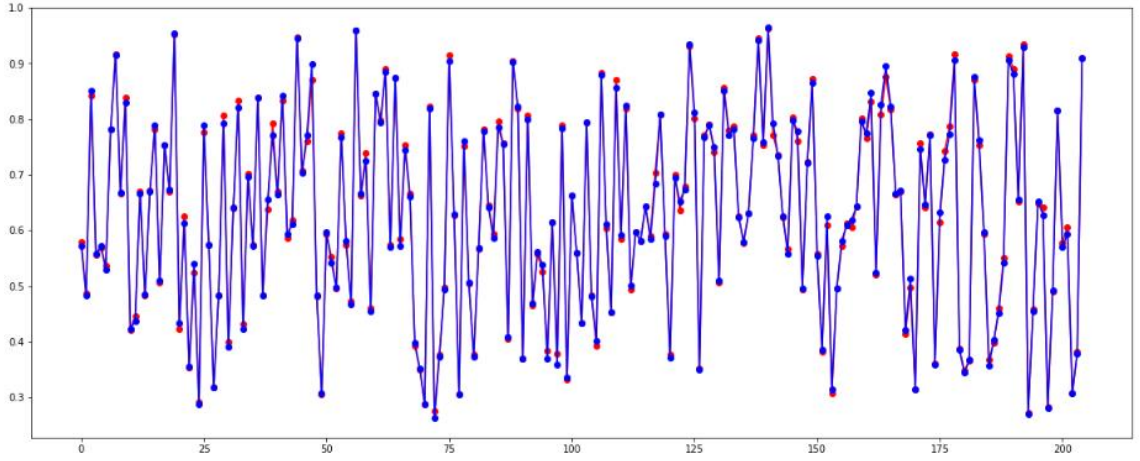
Şekil 74. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



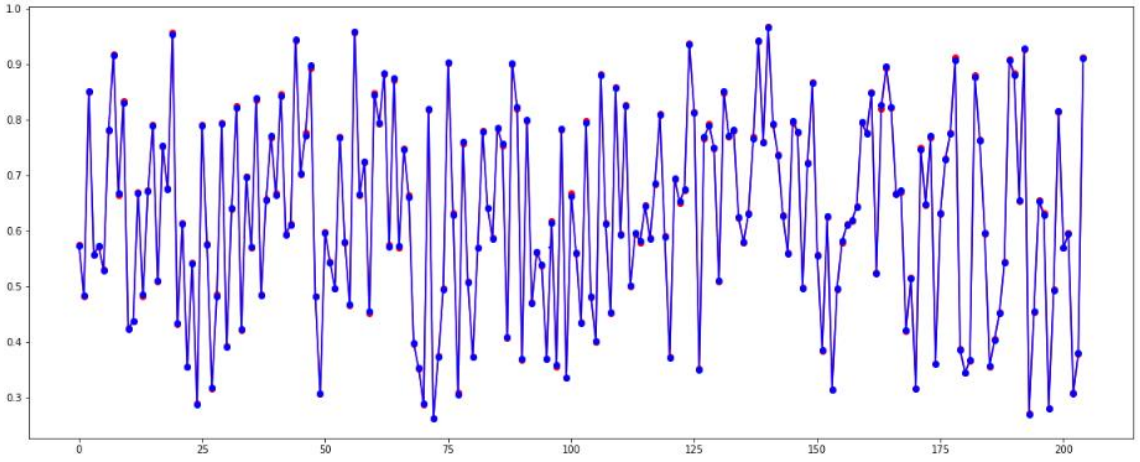
Şekil 75. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



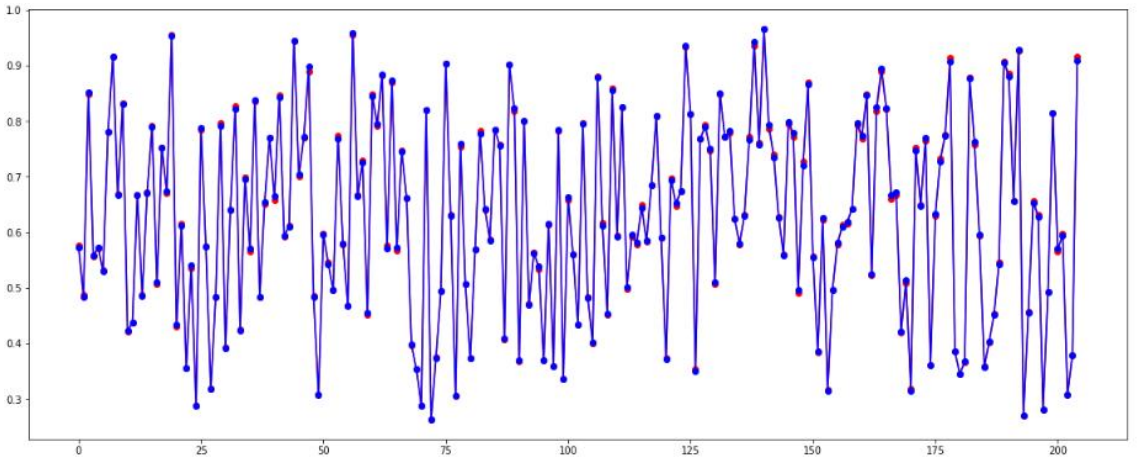
Şekil 76. SS0,25 ve SS1,5 ZB zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri



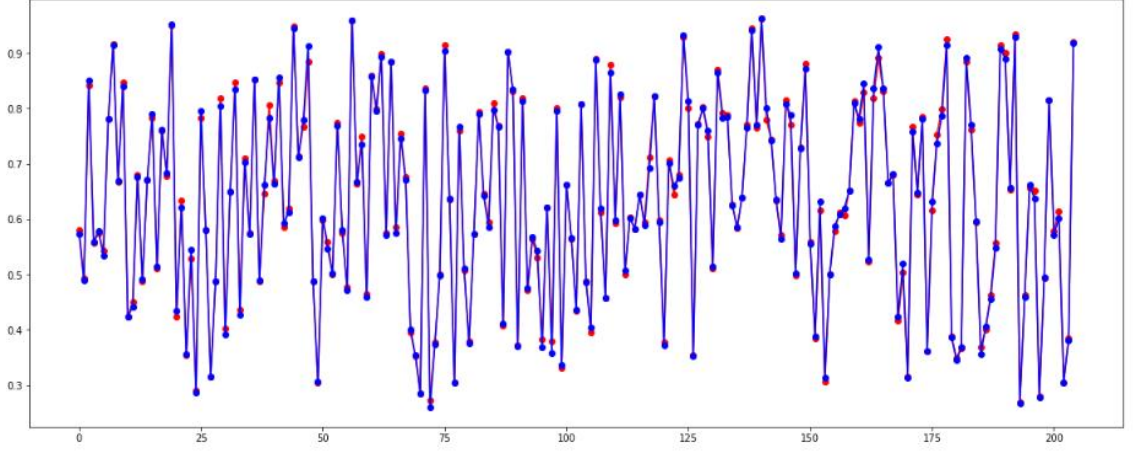
Şekil 77. SS0,25 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



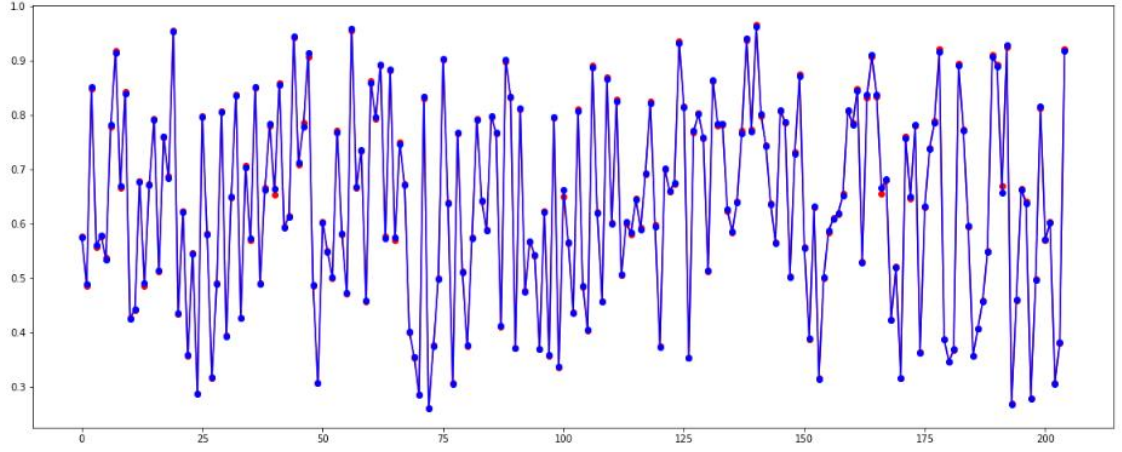
Şekil 78. SS0,25 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



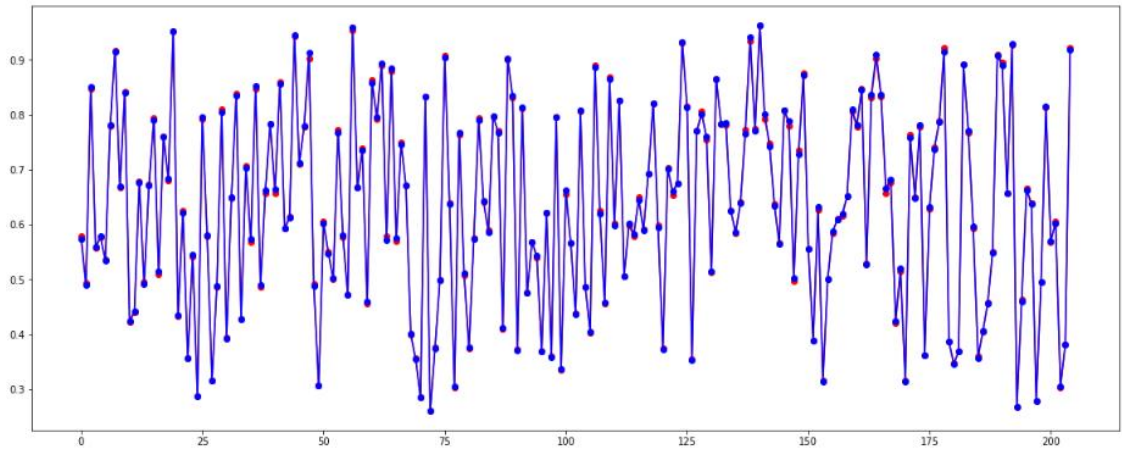
Şekil 79. SS0,25 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



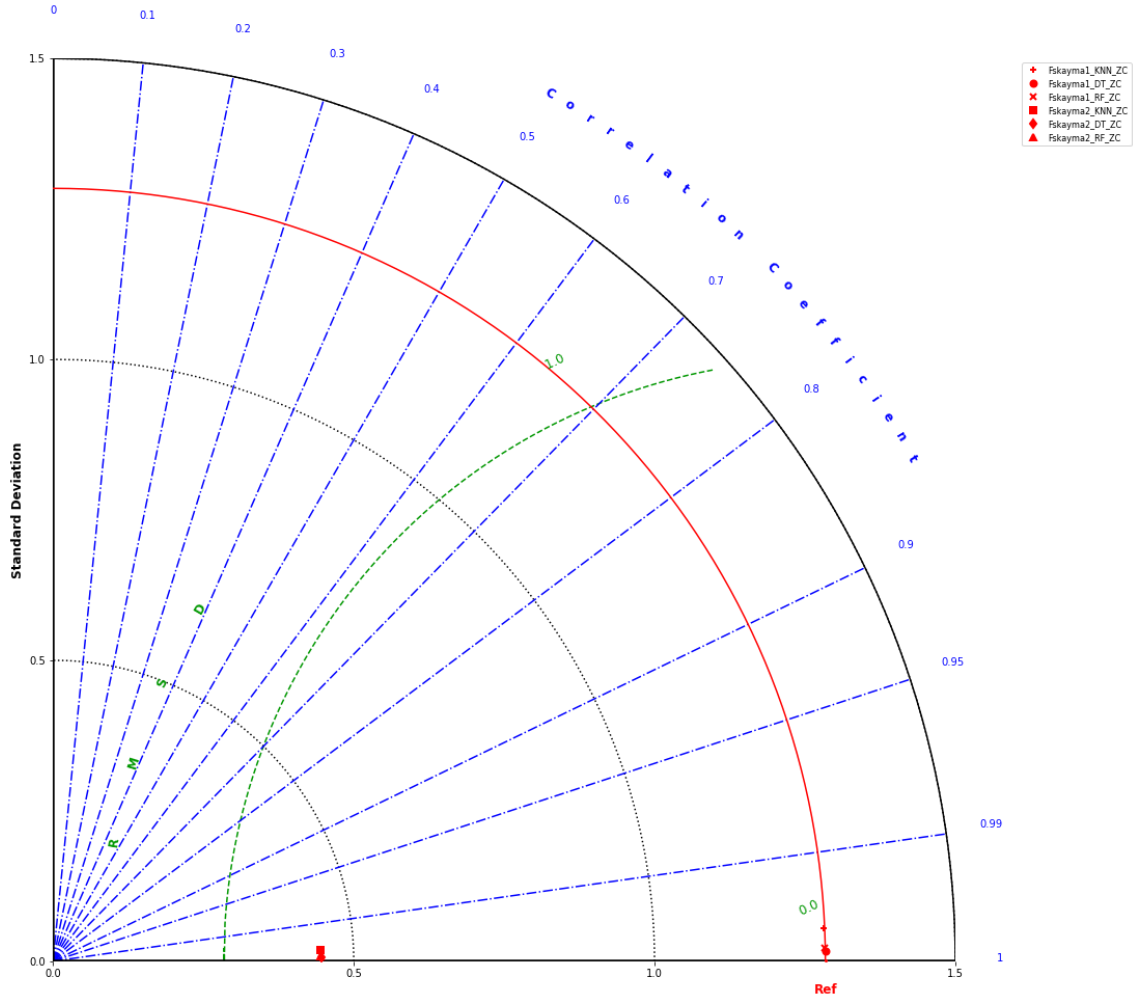
Şekil 80. SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



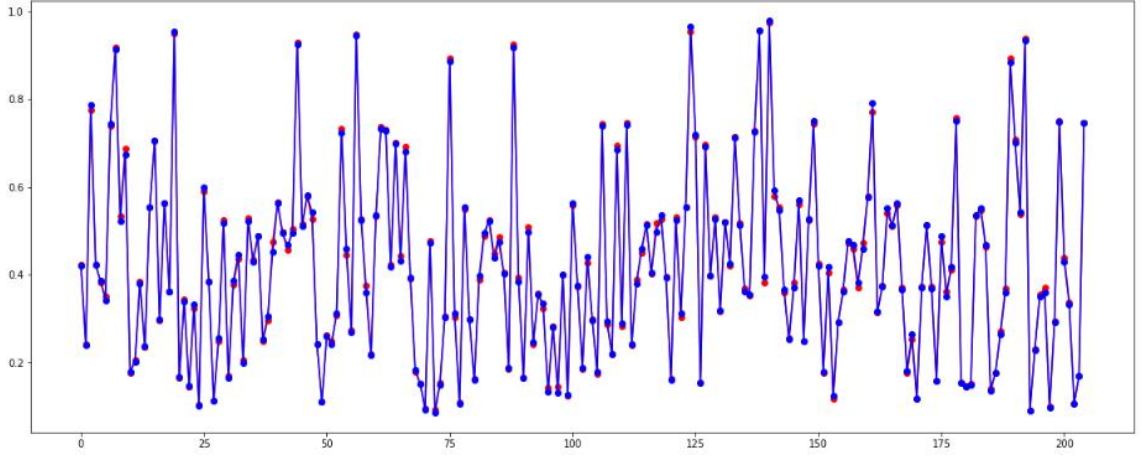
Şekil 81. SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



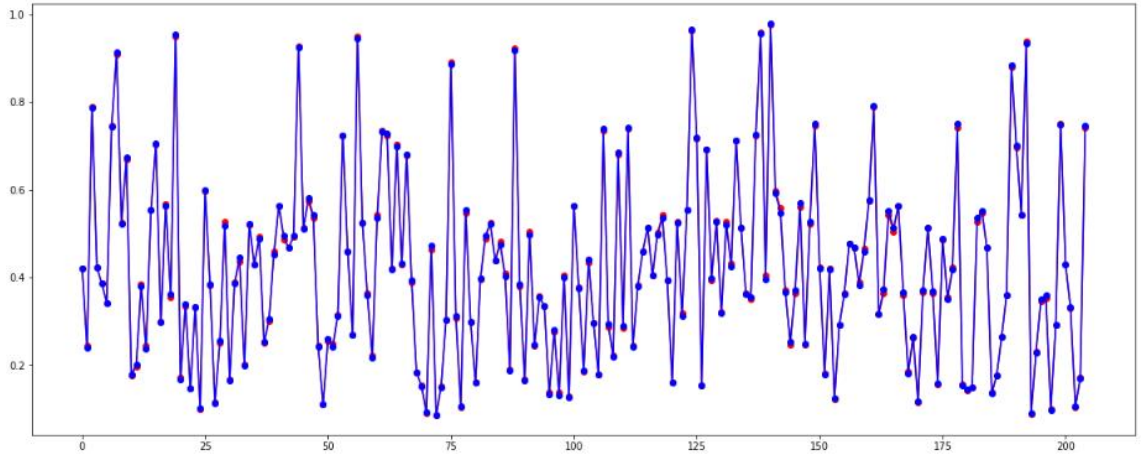
Şekil 82. SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



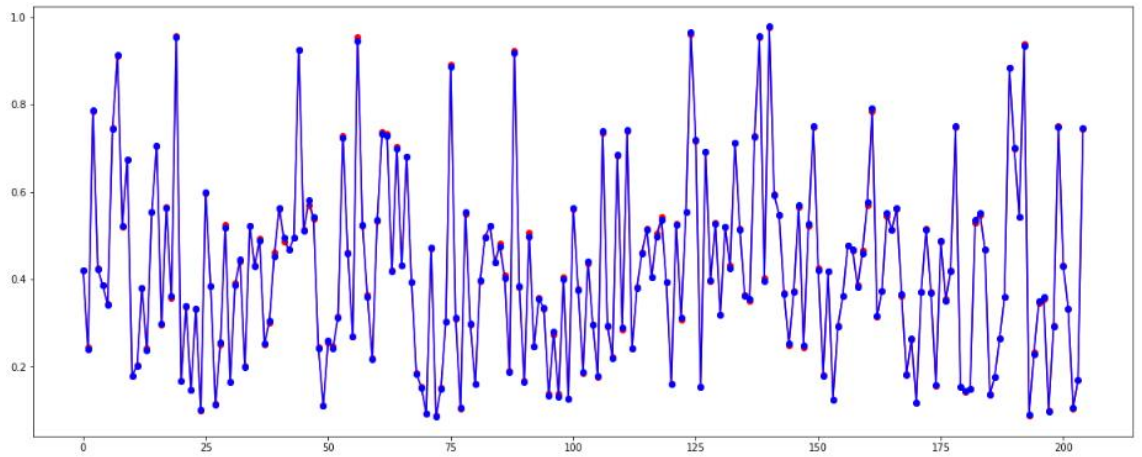
Şekil 83. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri



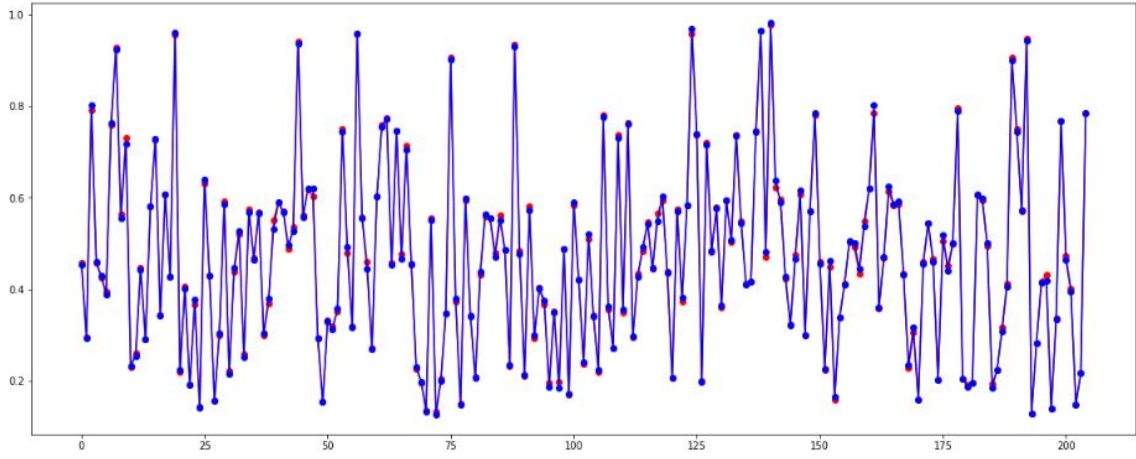
Şekil 84. SS0,25 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



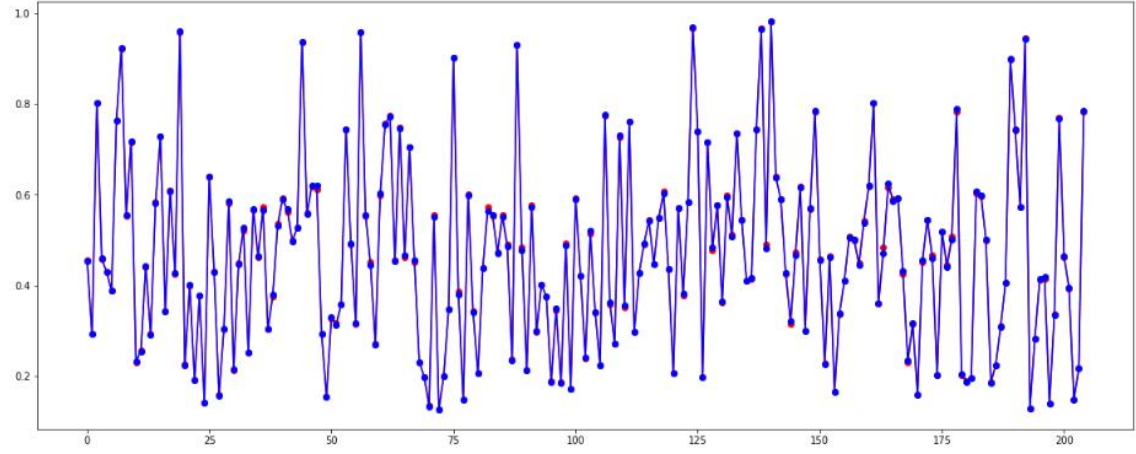
Şekil 85. SS0,25 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



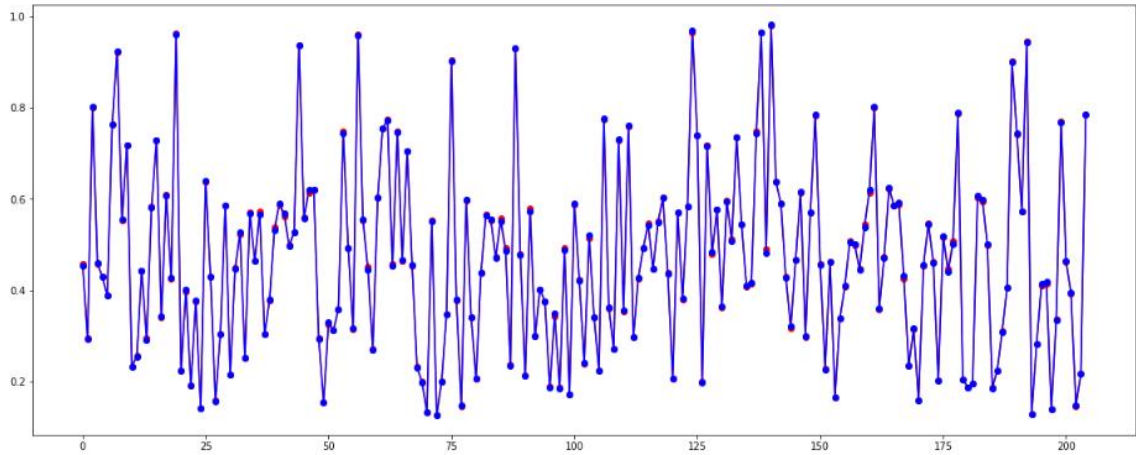
Şekil 86. SS0,25 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



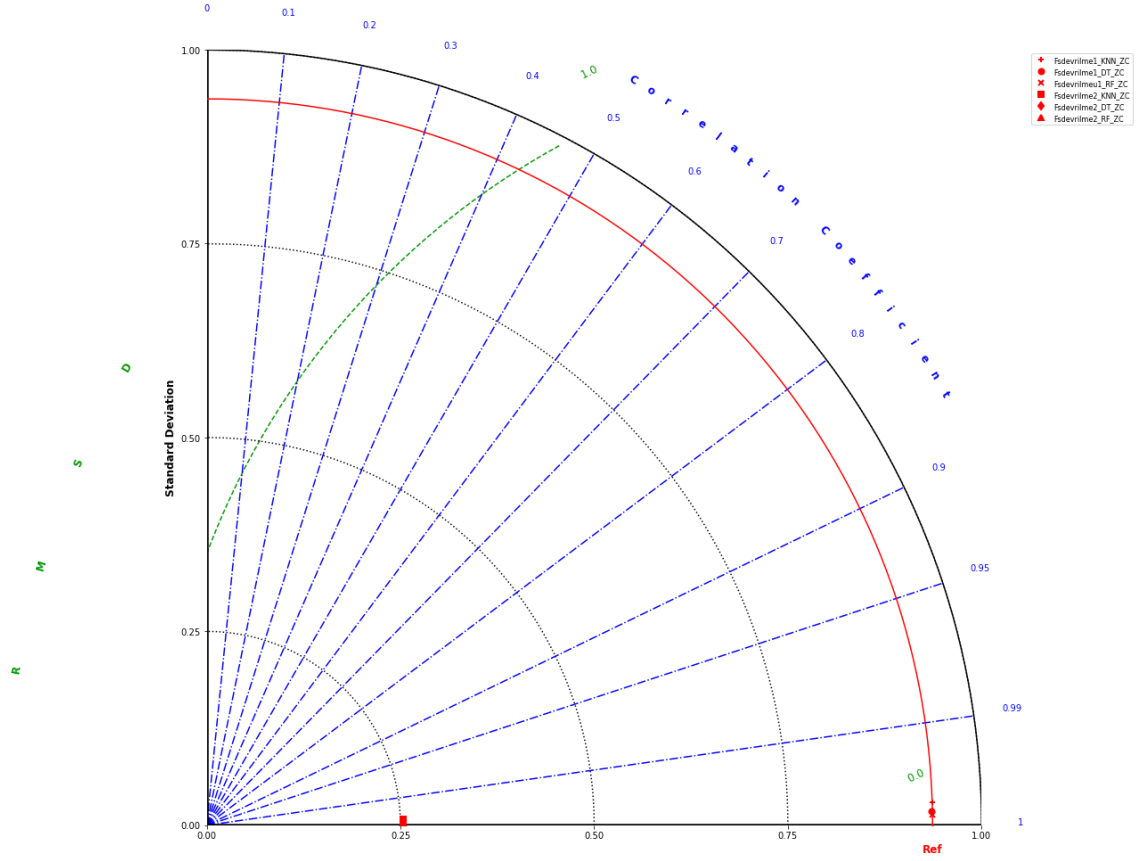
Şekil 87. SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



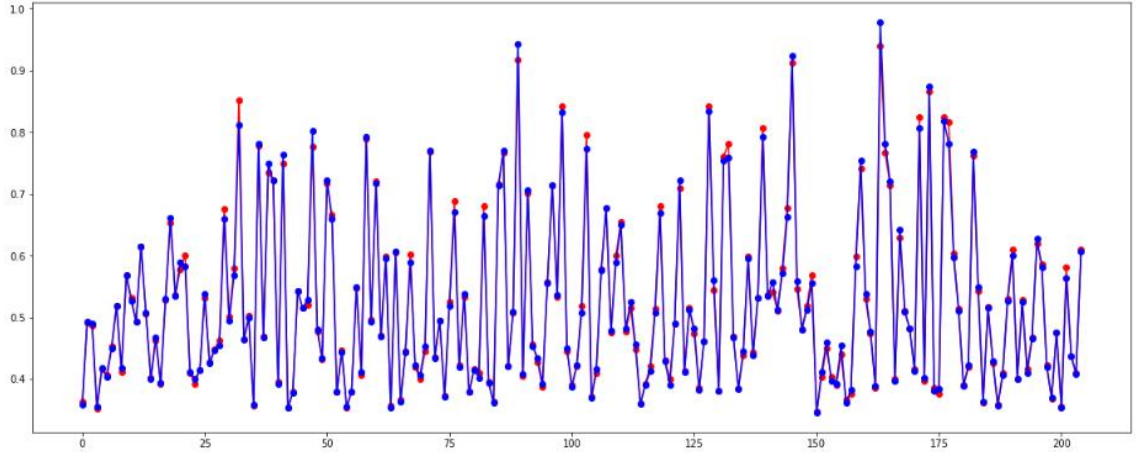
Şekil 88. SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



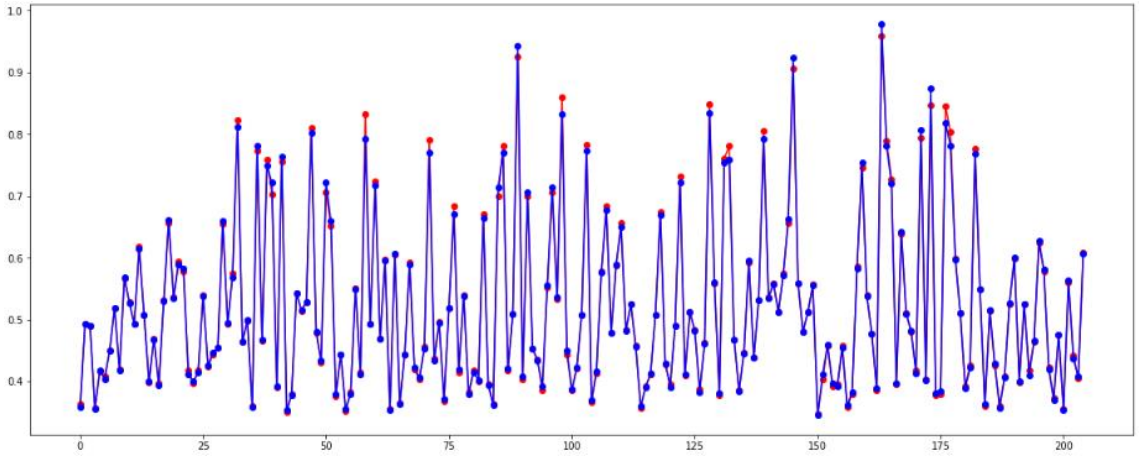
Şekil 89. SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



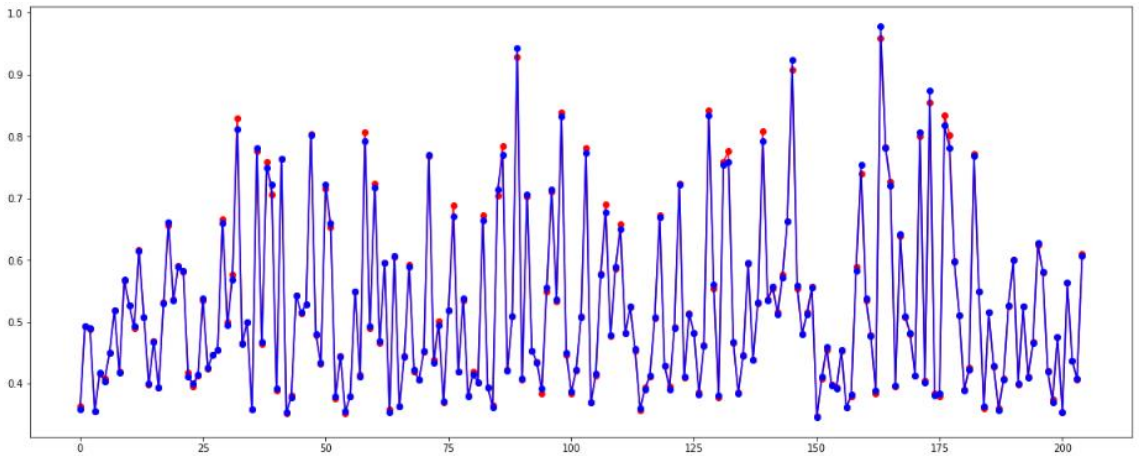
Şekil 90. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri



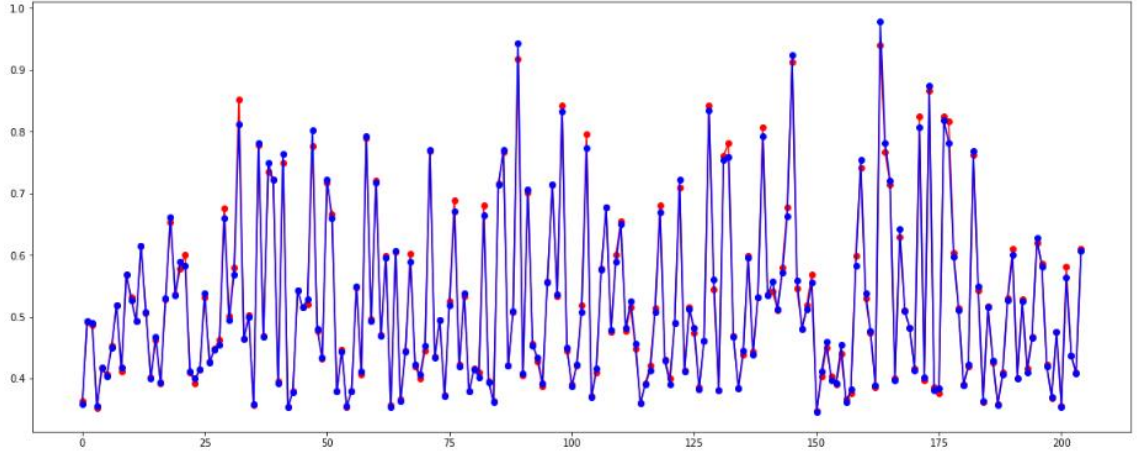
Şekil 91. SS0,25 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



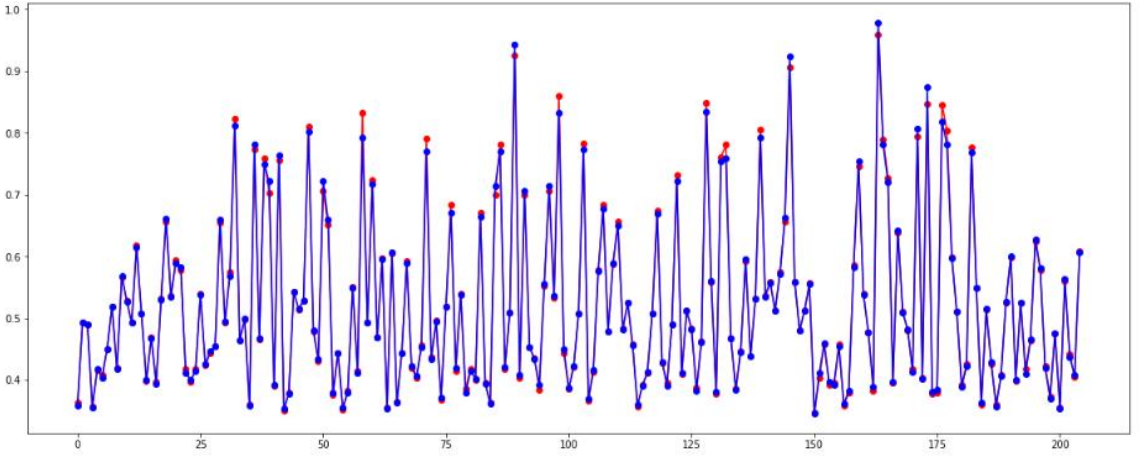
Şekil 92. SS0,25 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



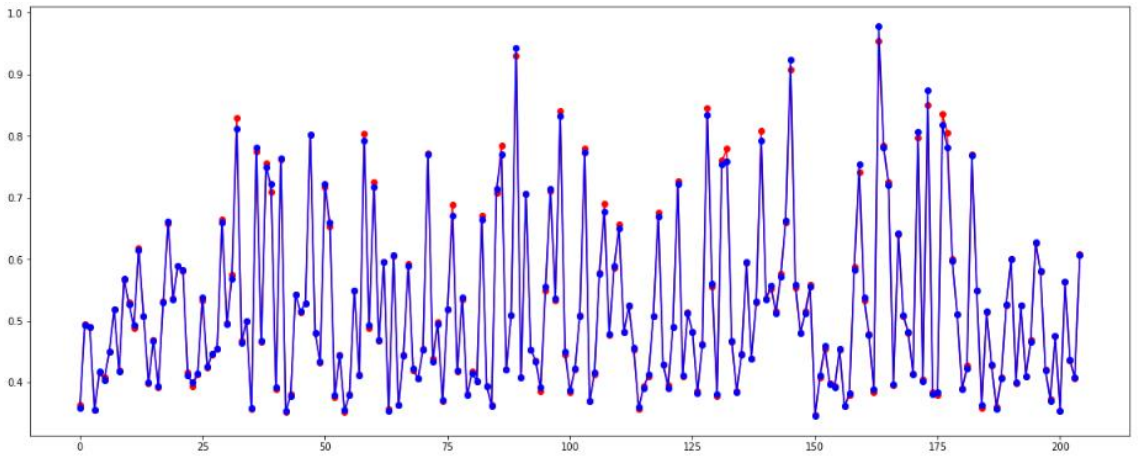
Şekil 93. SS0,25 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



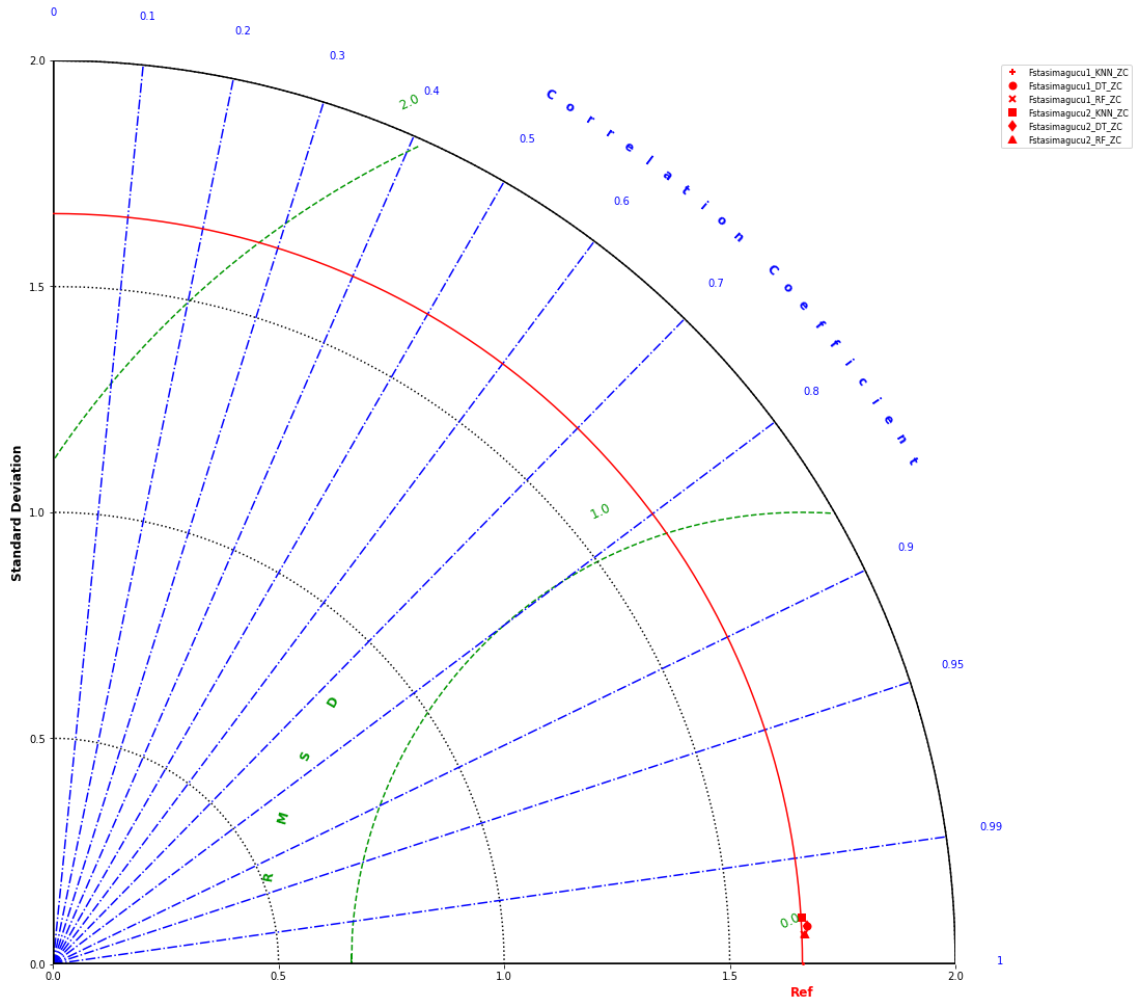
Şekil 94. SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



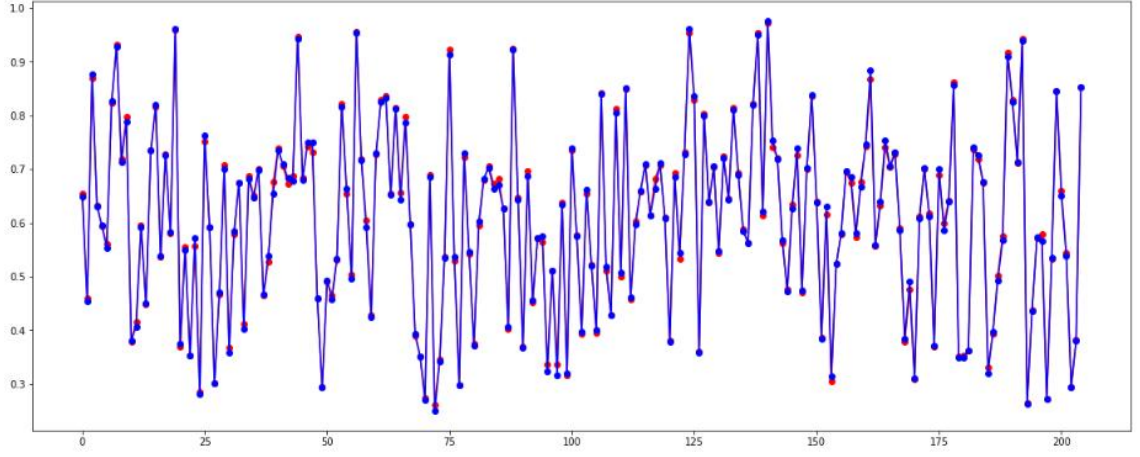
Şekil 95. SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



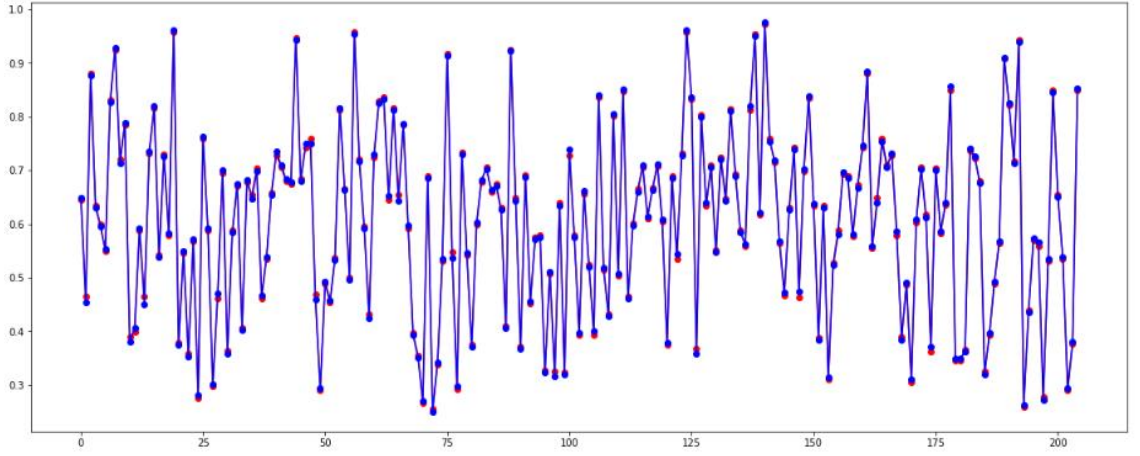
Şekil 96. SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



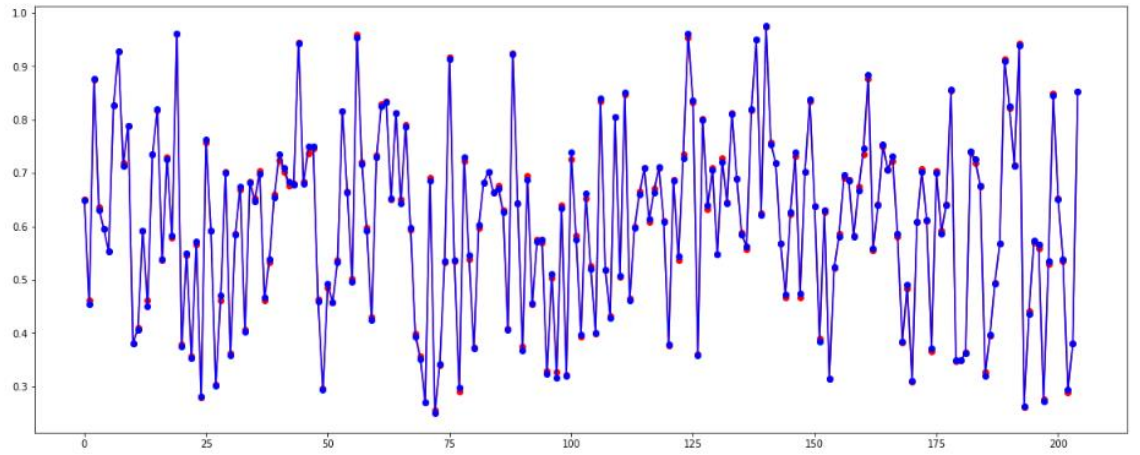
Şekil 97. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri



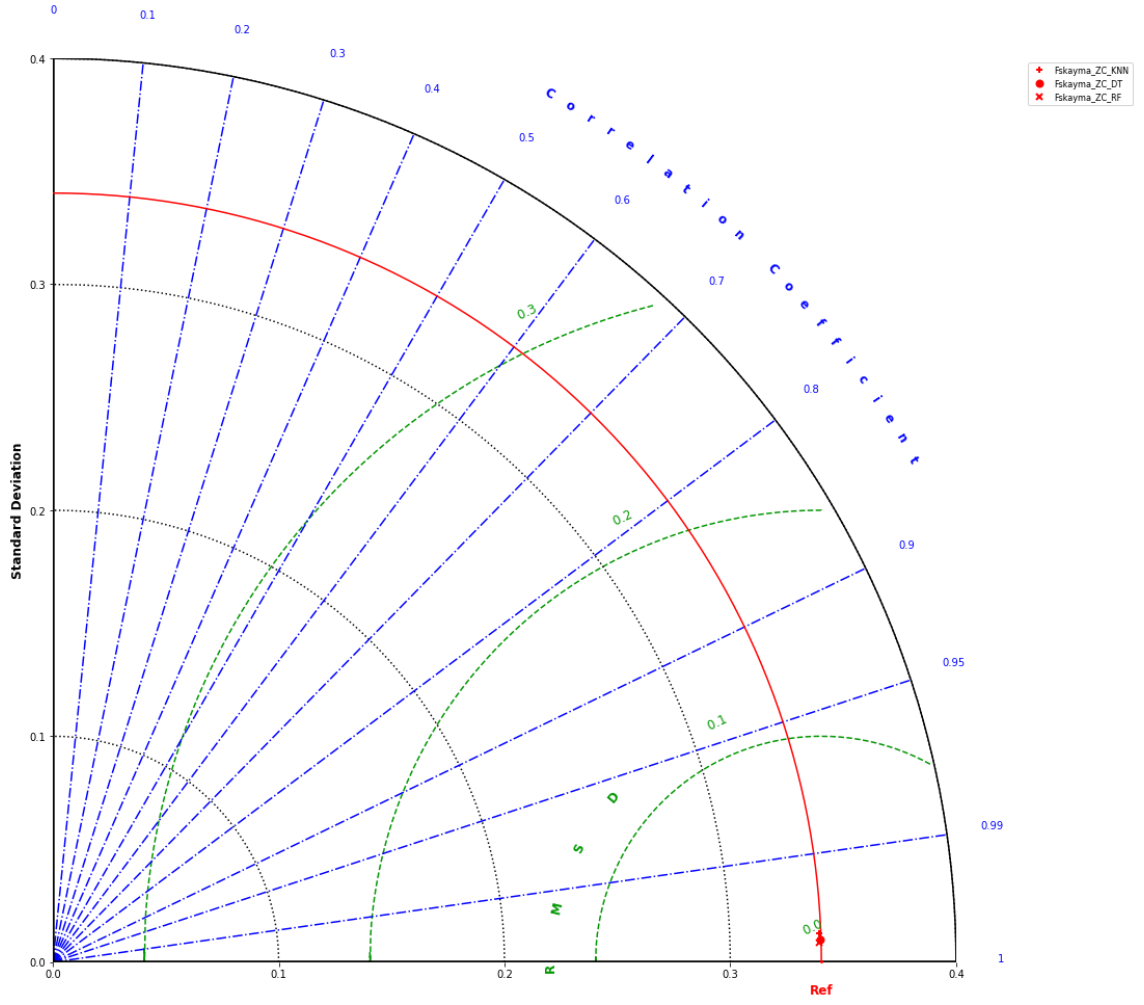
Şekil 98. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



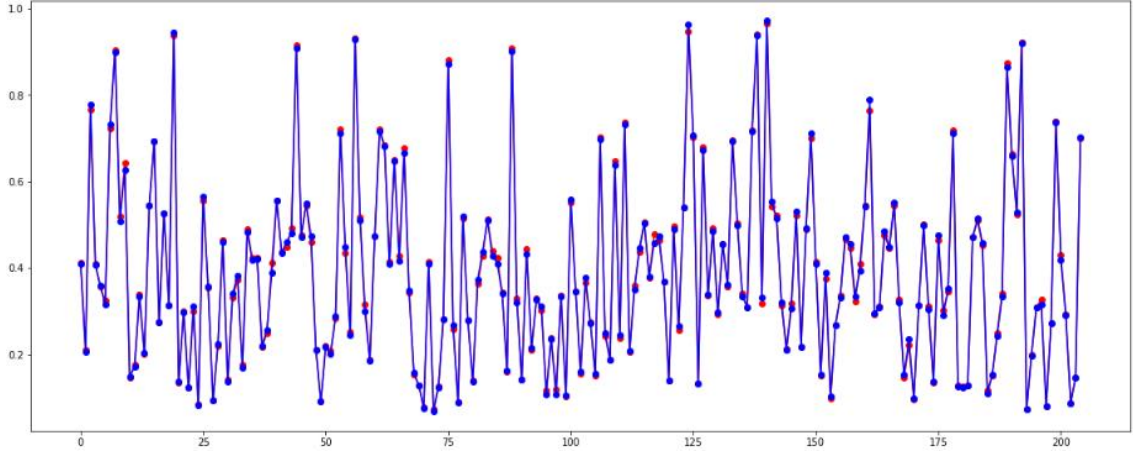
Şekil 99. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



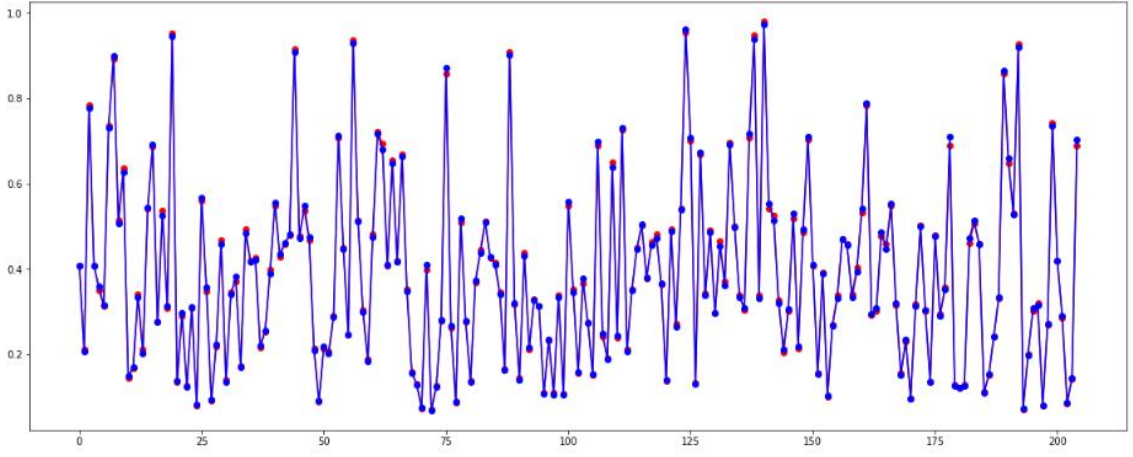
Şekil 100. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



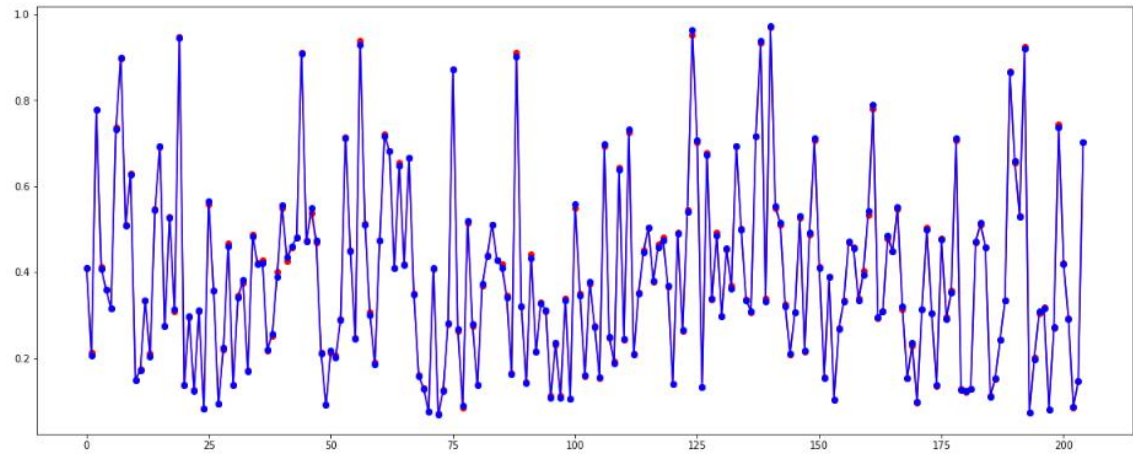
Şekil 101. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için statik kayma değerleri



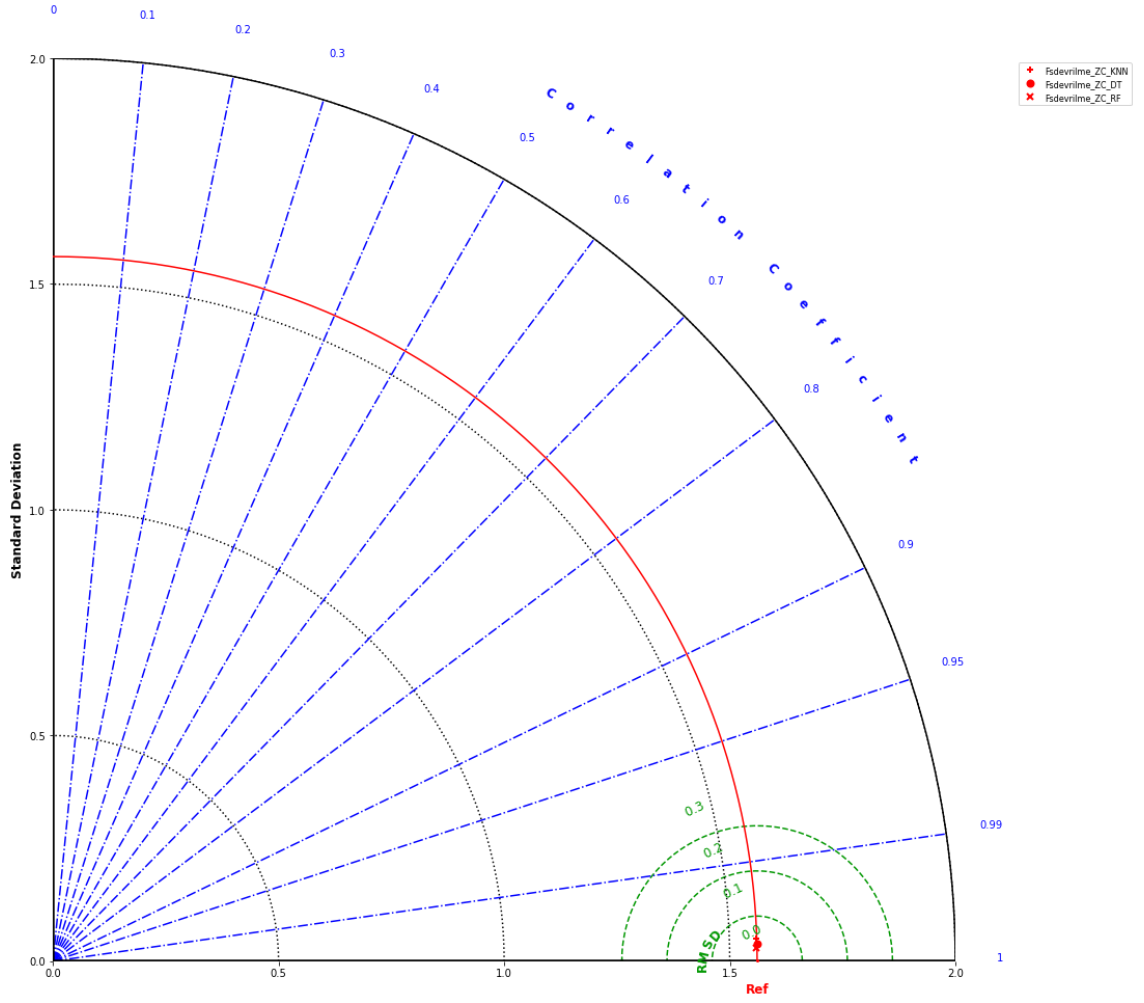
Şekil 102. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



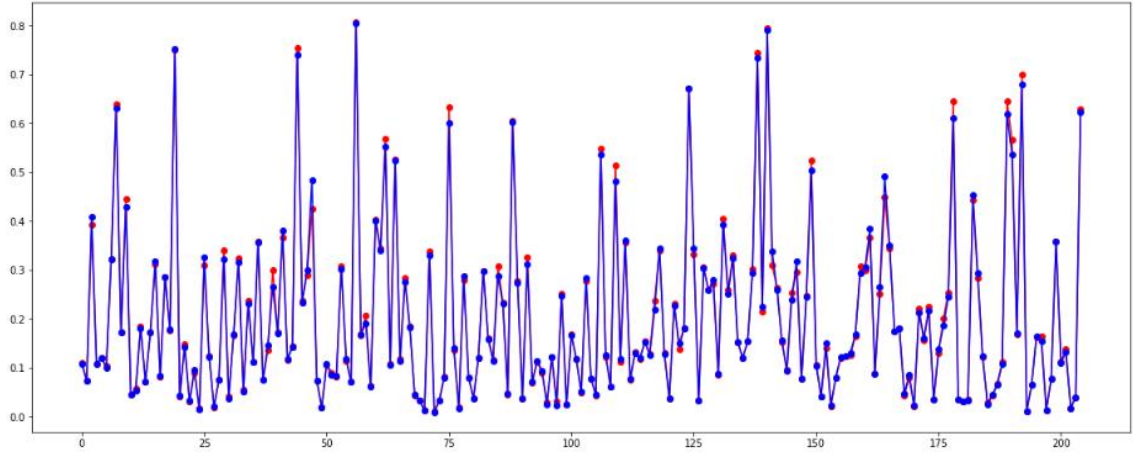
Şekil 103. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



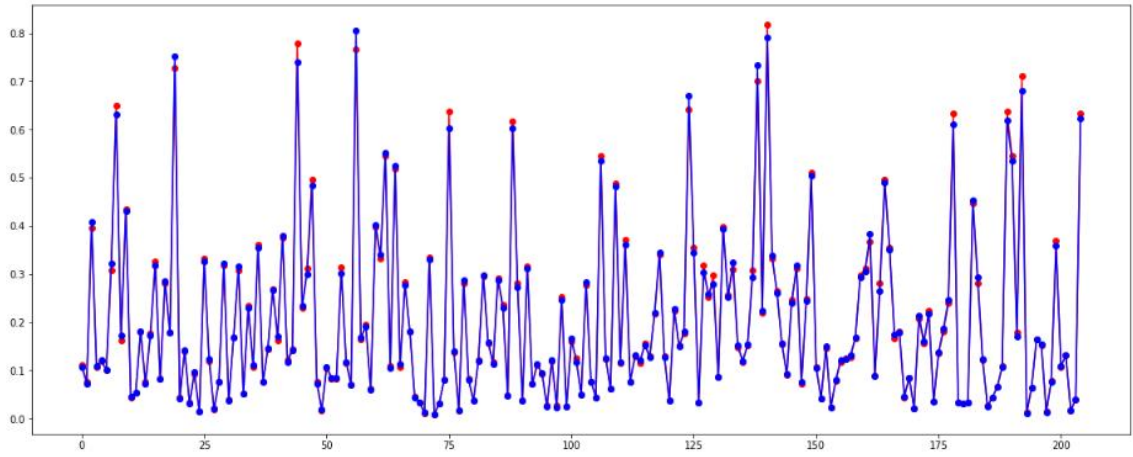
Şekil 104. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



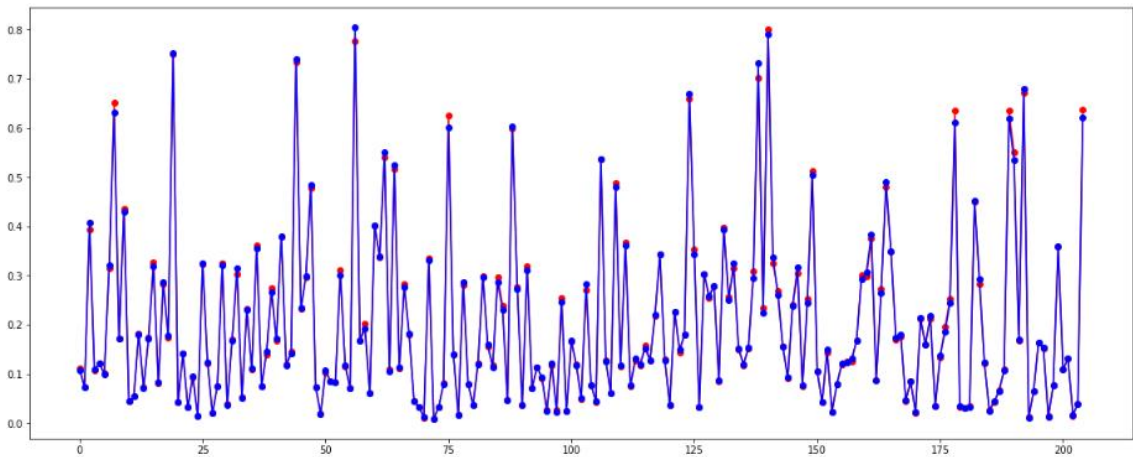
Şekil 105. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için statik devrilme değerleri



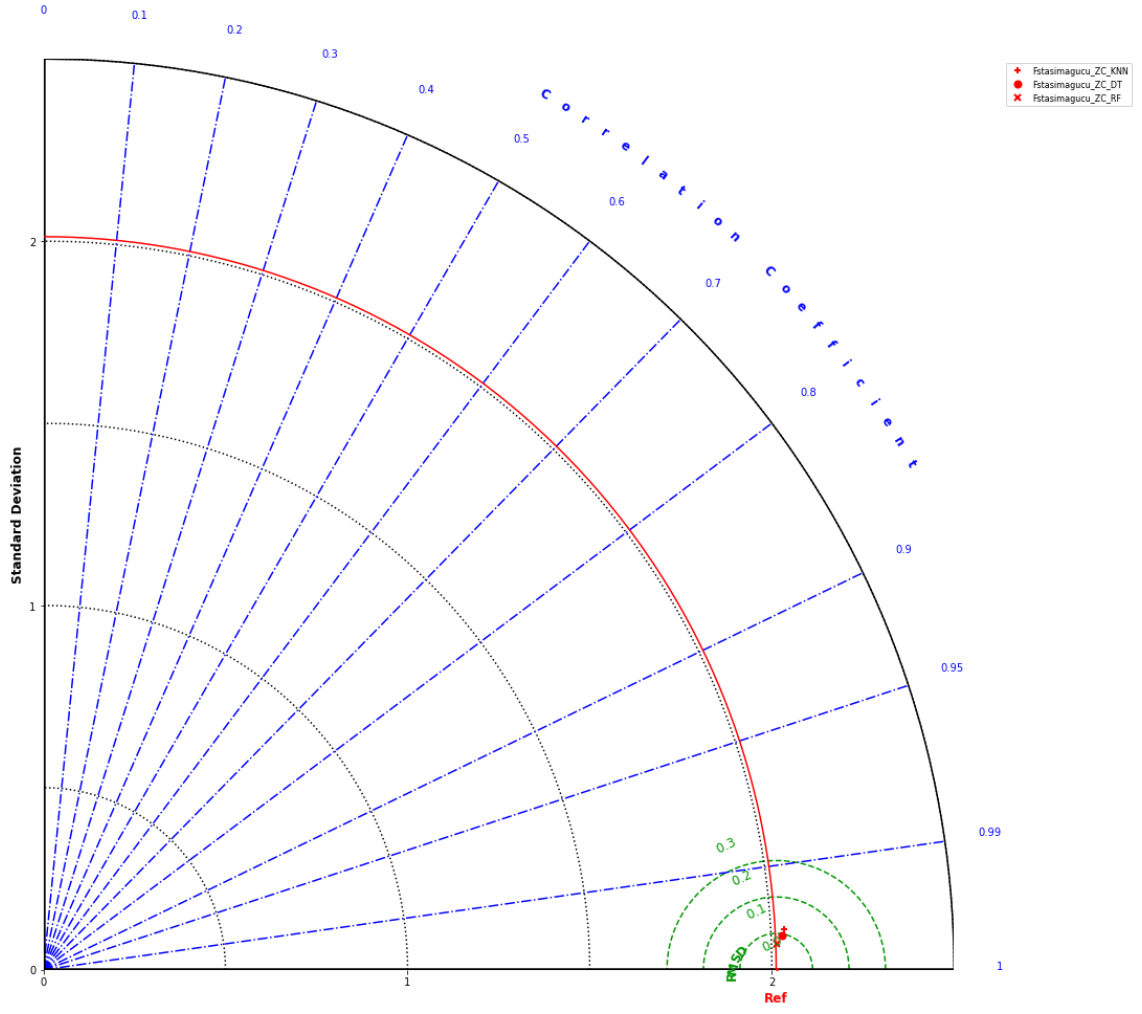
Şekil 106. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



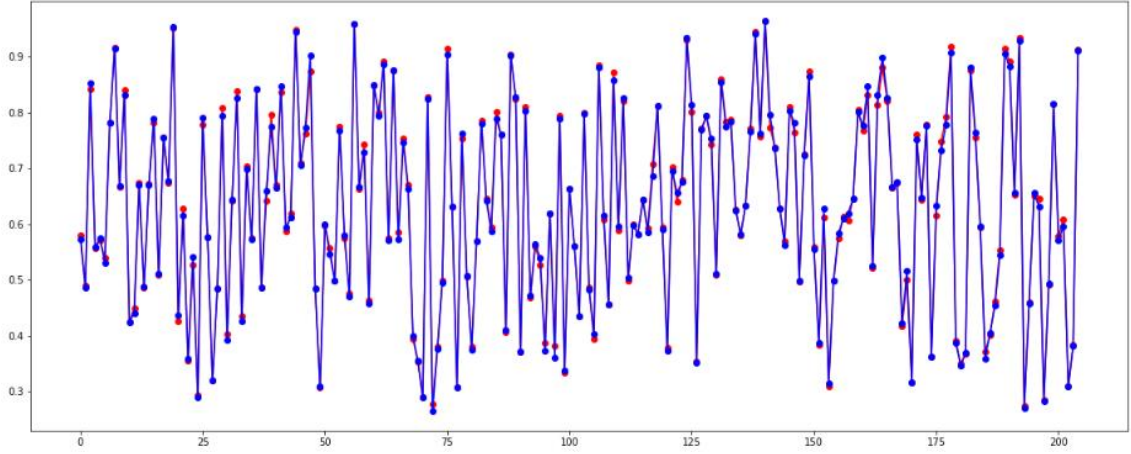
Şekil 107. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



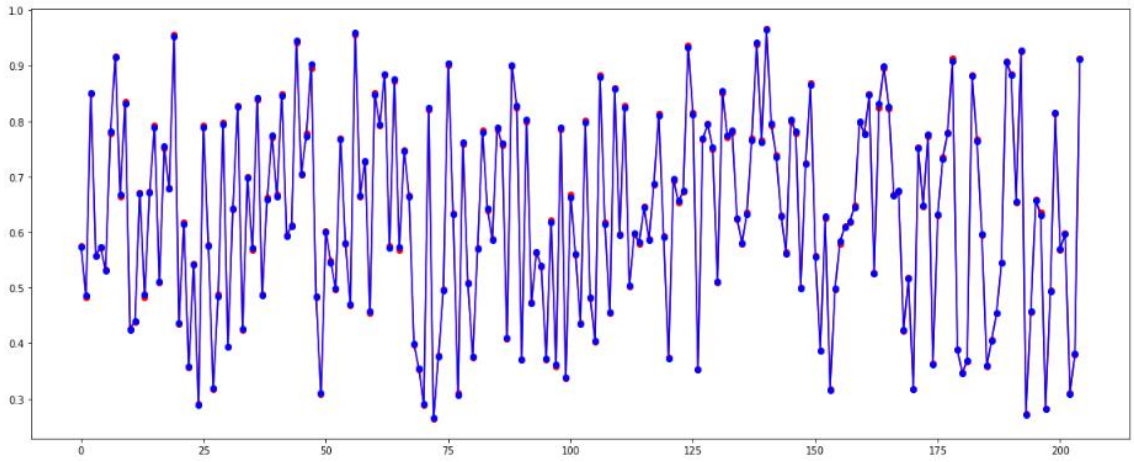
Şekil 108. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



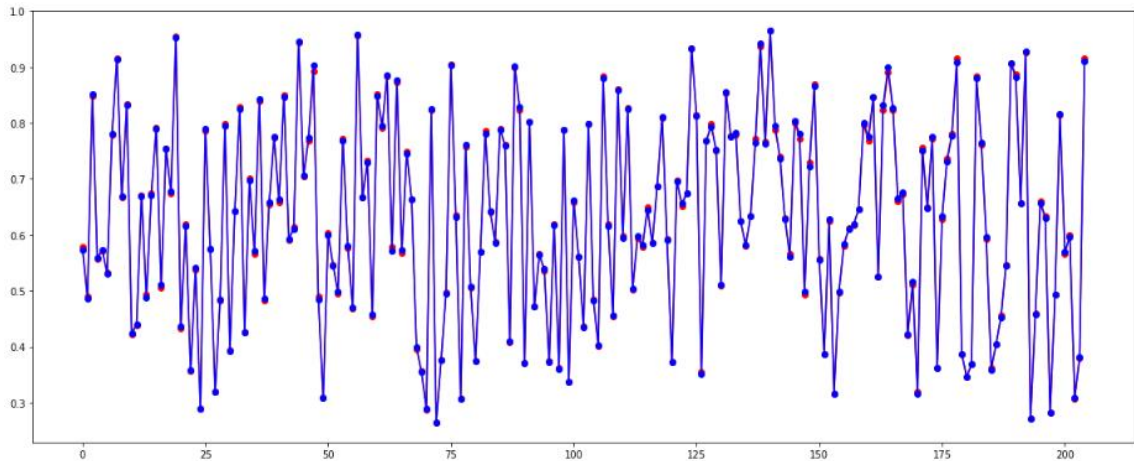
Şekil 109. SS0,25 ve SS1,5 ZC zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri



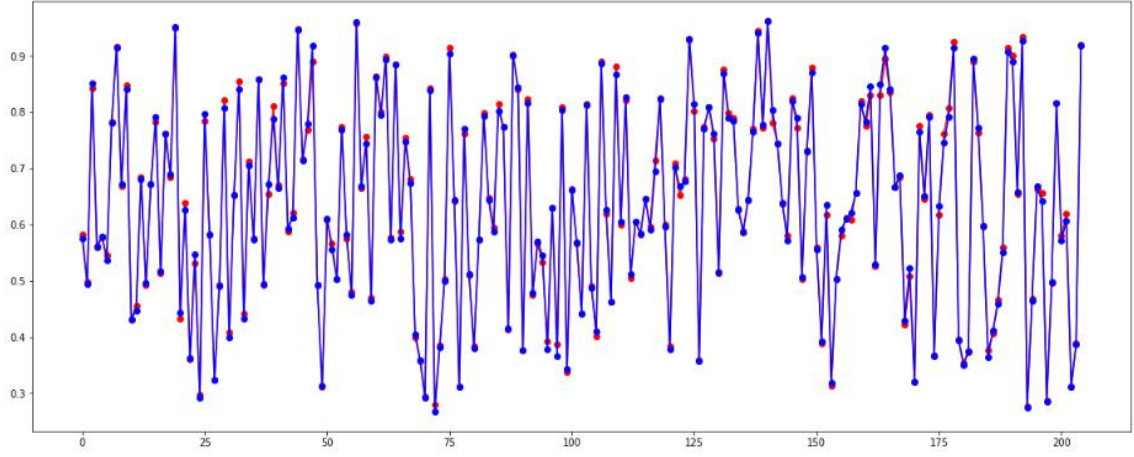
Şekil 110. SS0,25 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



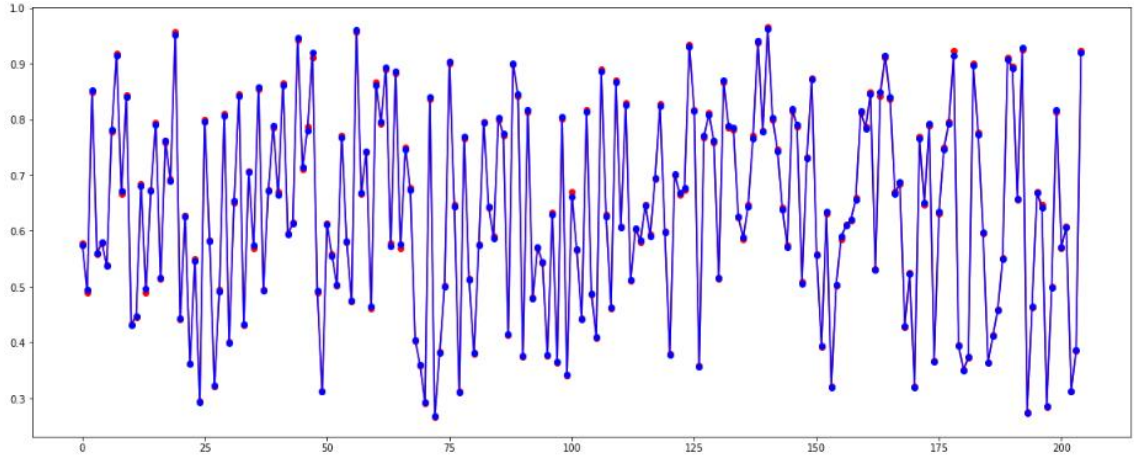
Şekil 111. SS0,25 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



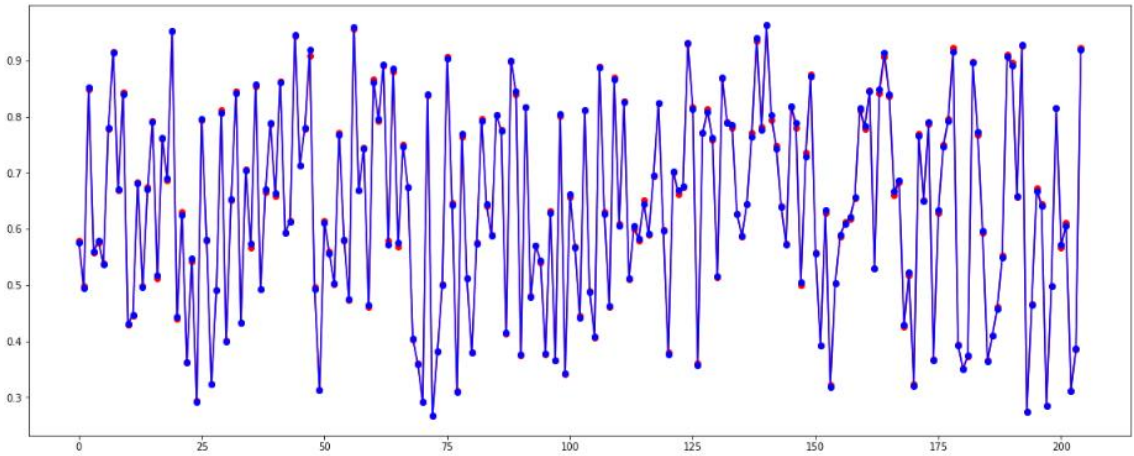
Şekil 112. SS0,25 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



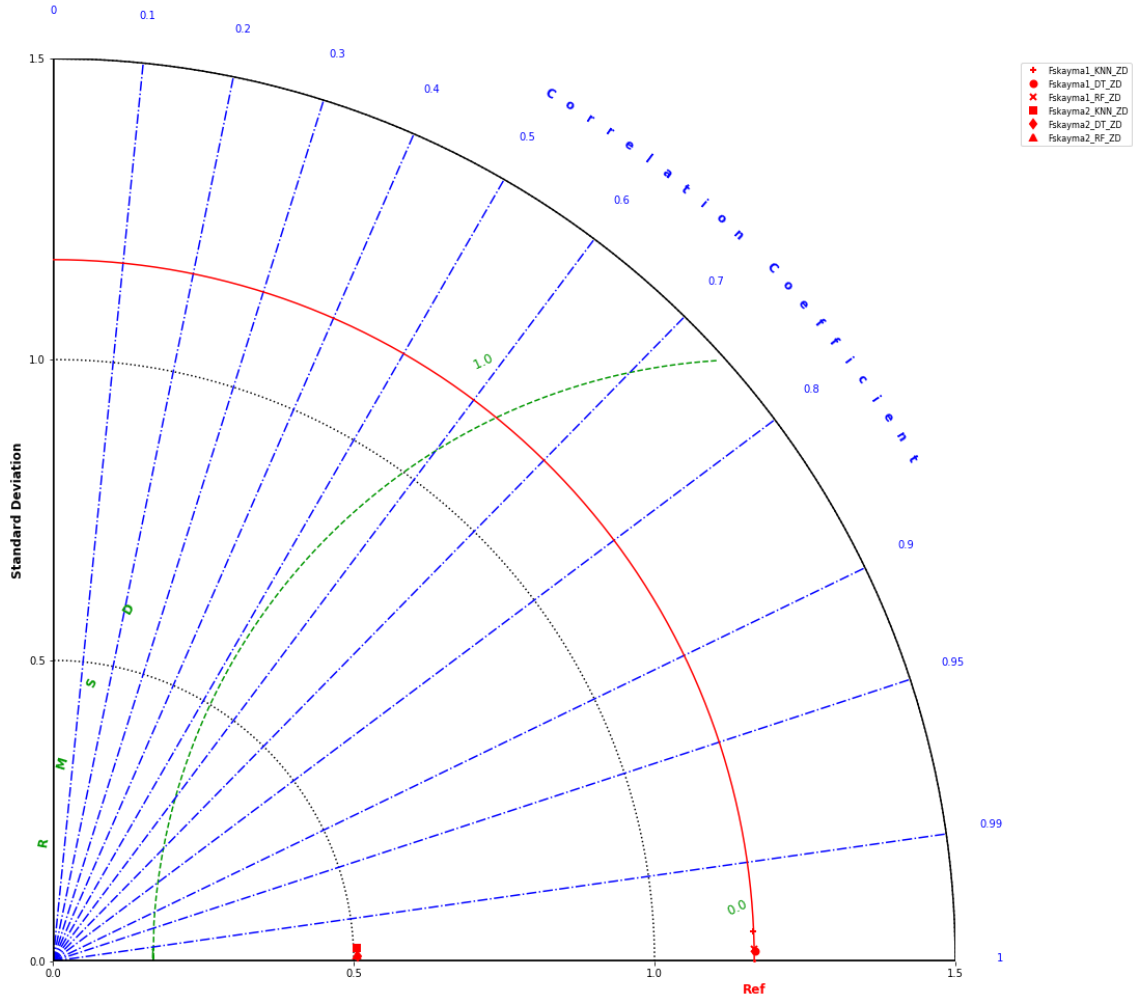
Şekil 113. SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



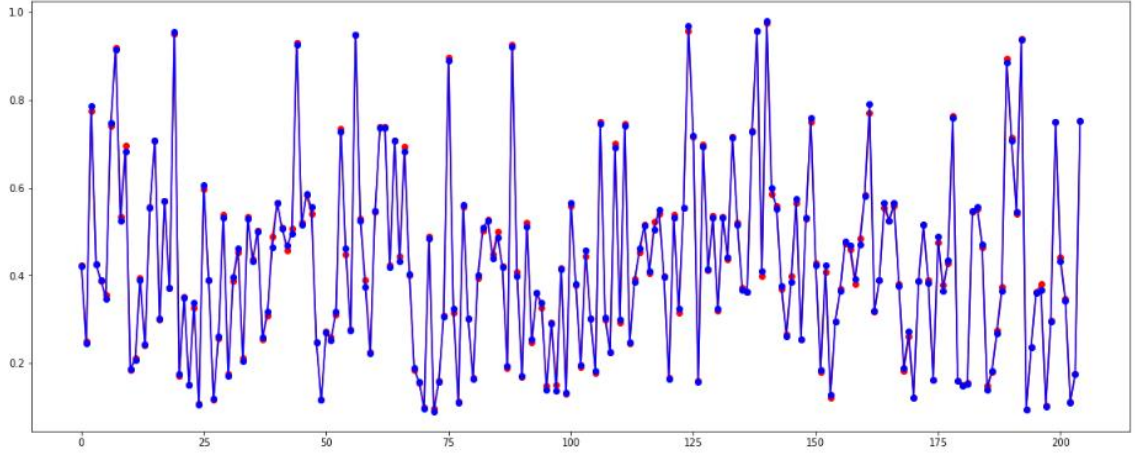
Şekil 114. SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



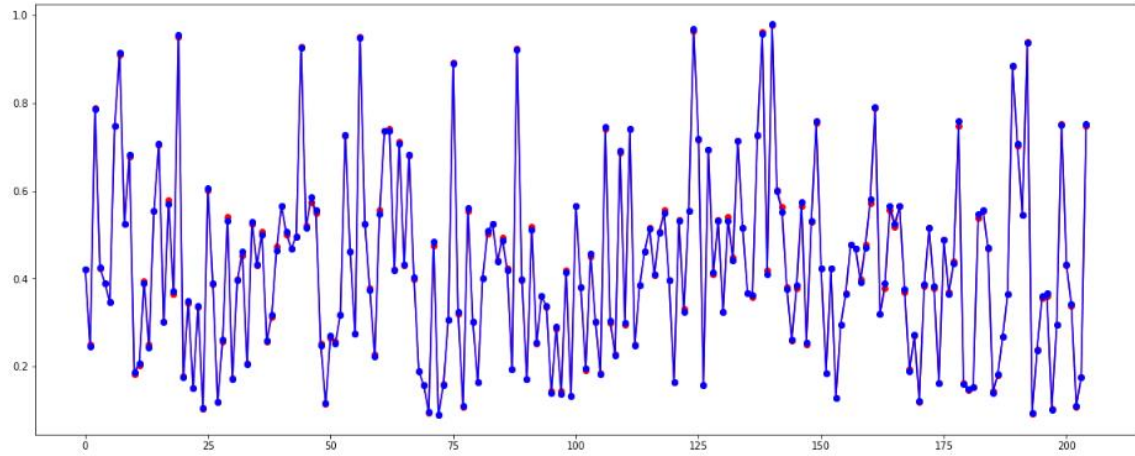
Şekil 115. SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



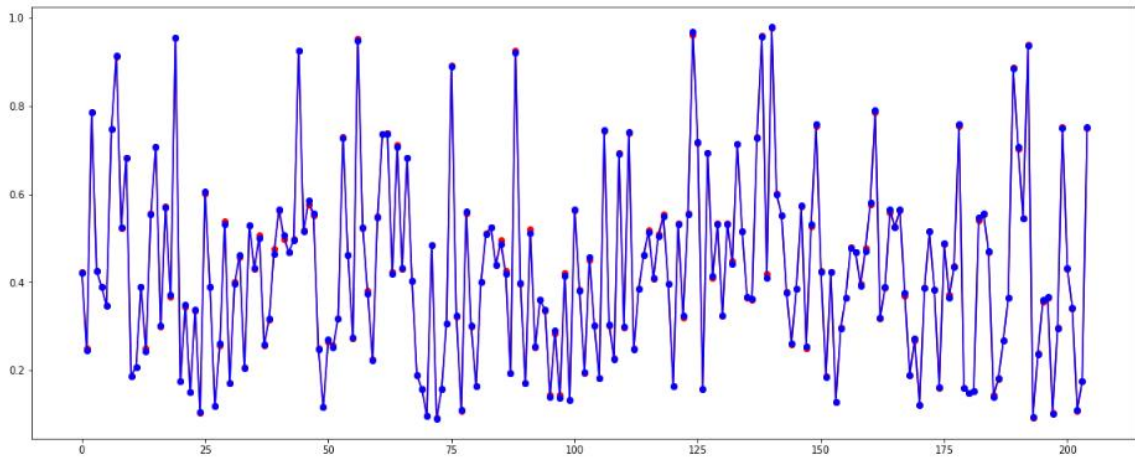
Şekil 116. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri



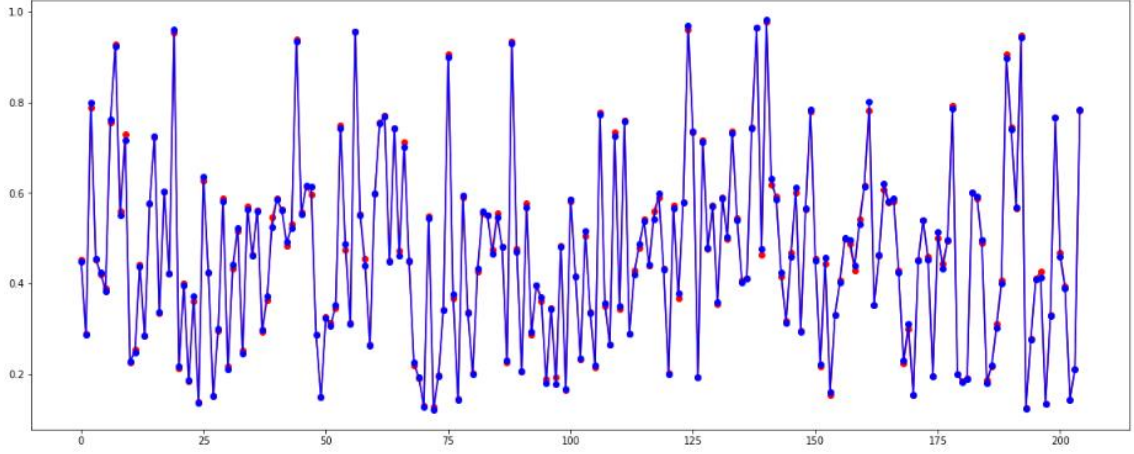
Şekil 117. SS0,25 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



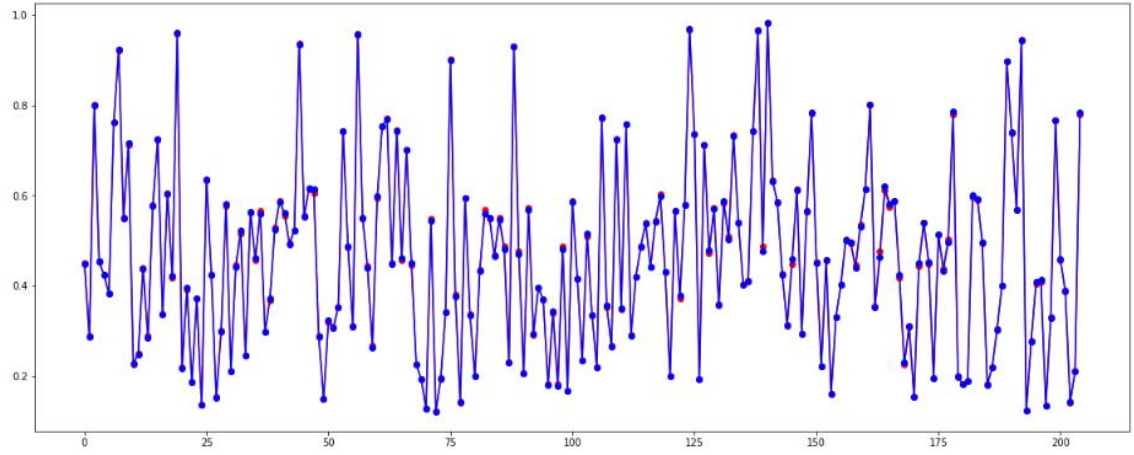
Şekil 118. SS0,25 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



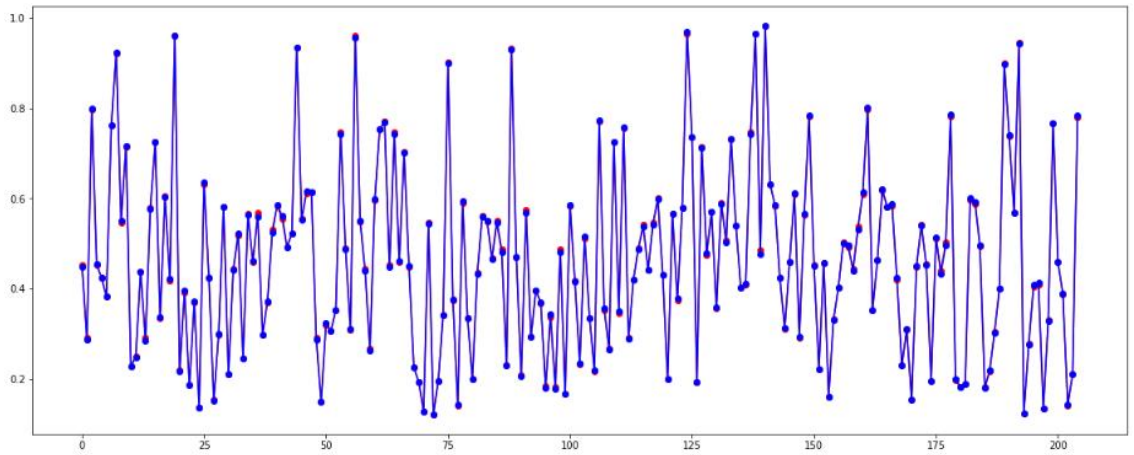
Şekil 119. SS0,25 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



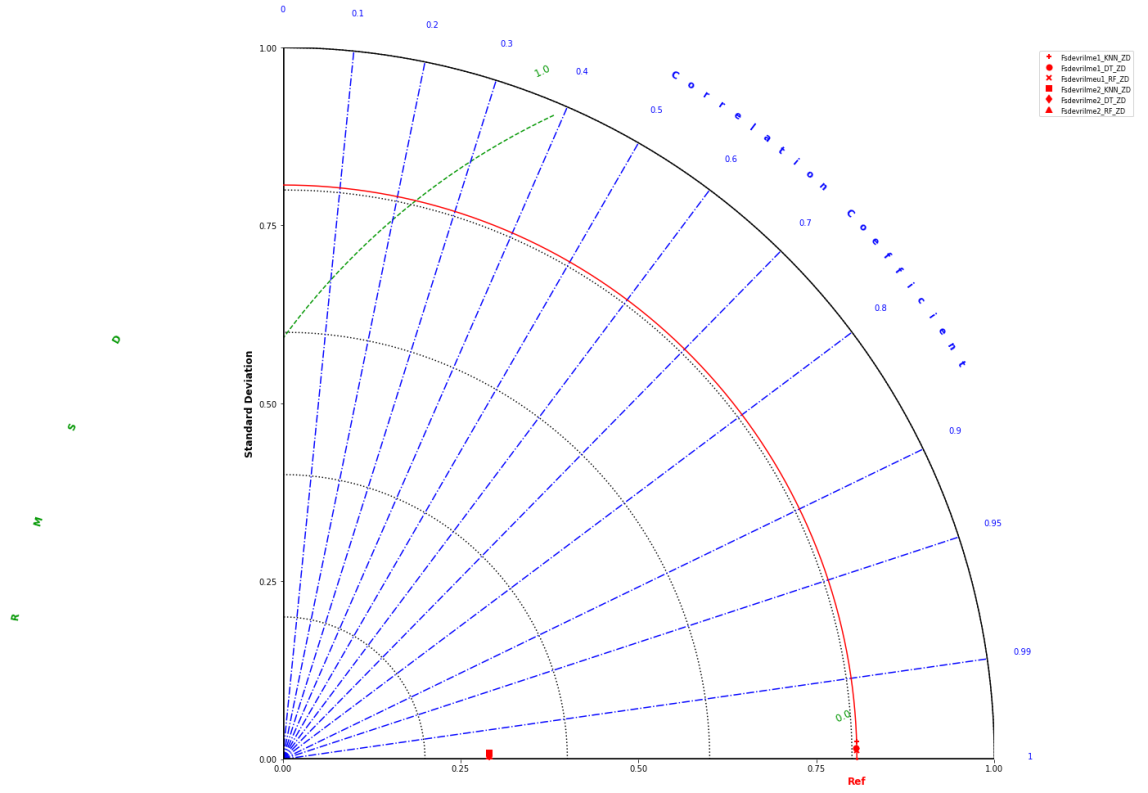
Şekil 120. SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



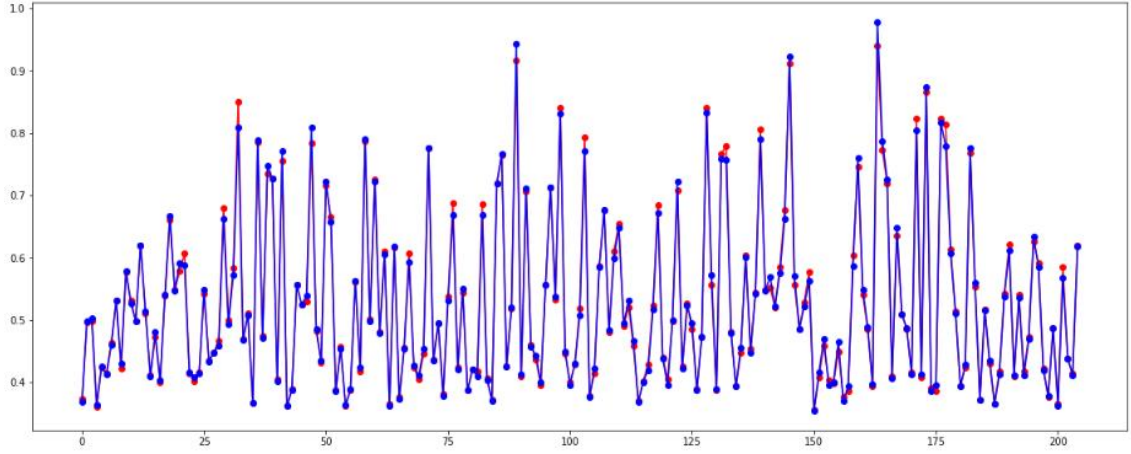
Şekil 121. SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



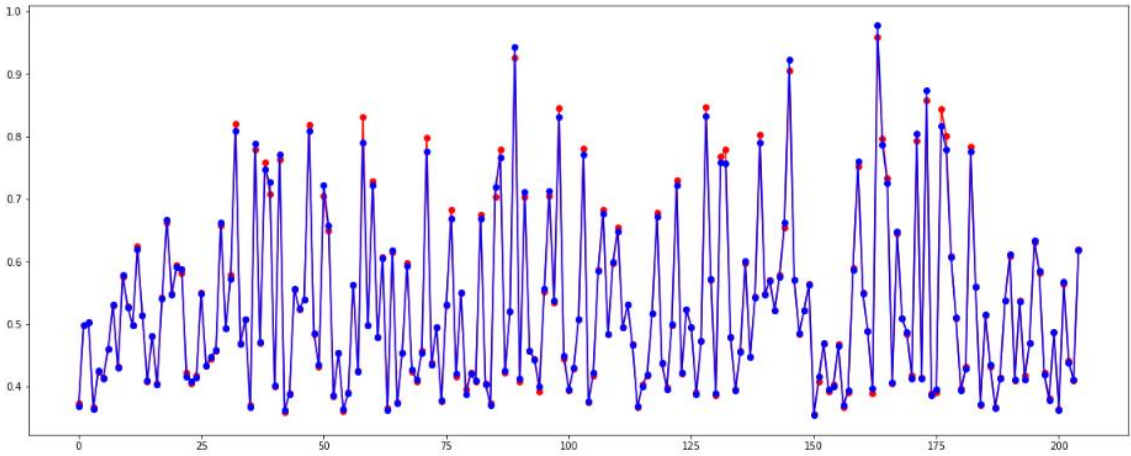
Şekil 122. SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



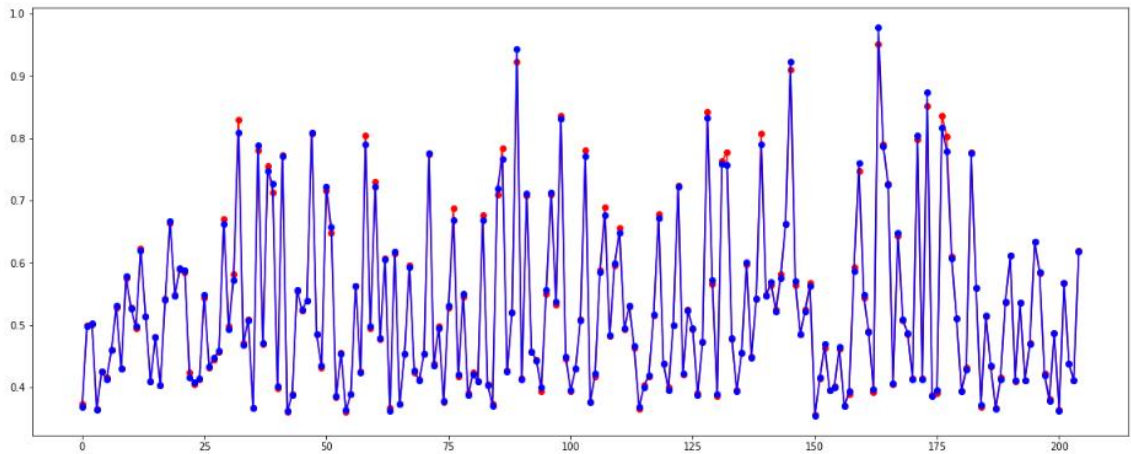
Şekil 123. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri



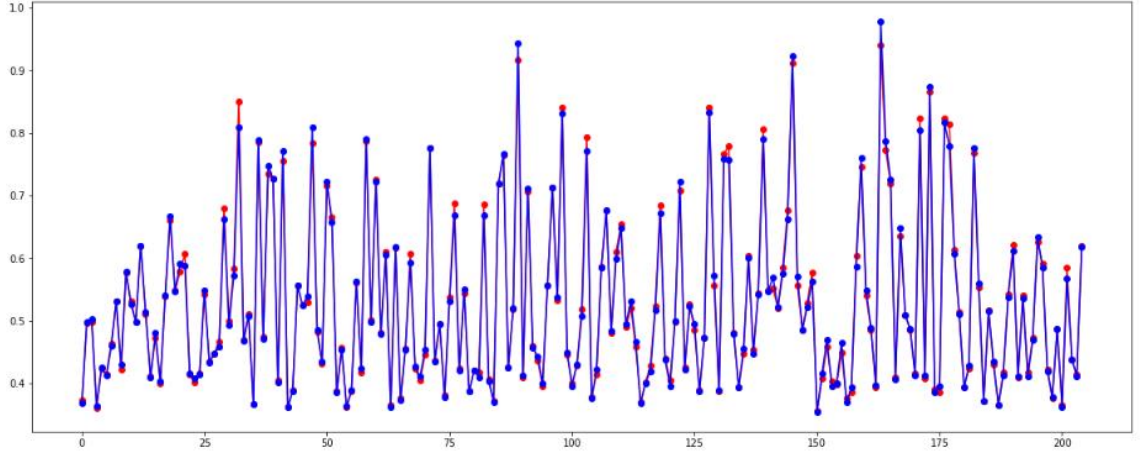
Şekil 124. SS0,25 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



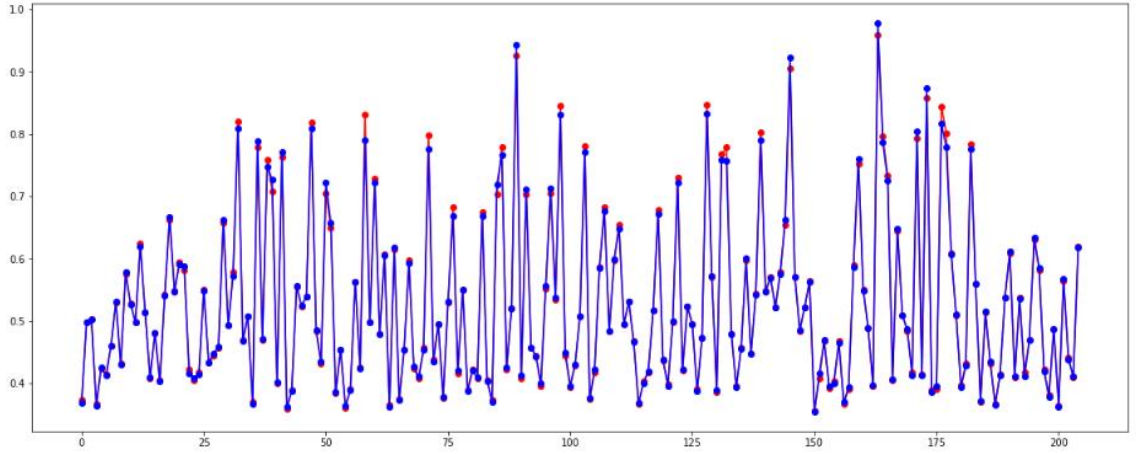
Şekil 125. SS0,25 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



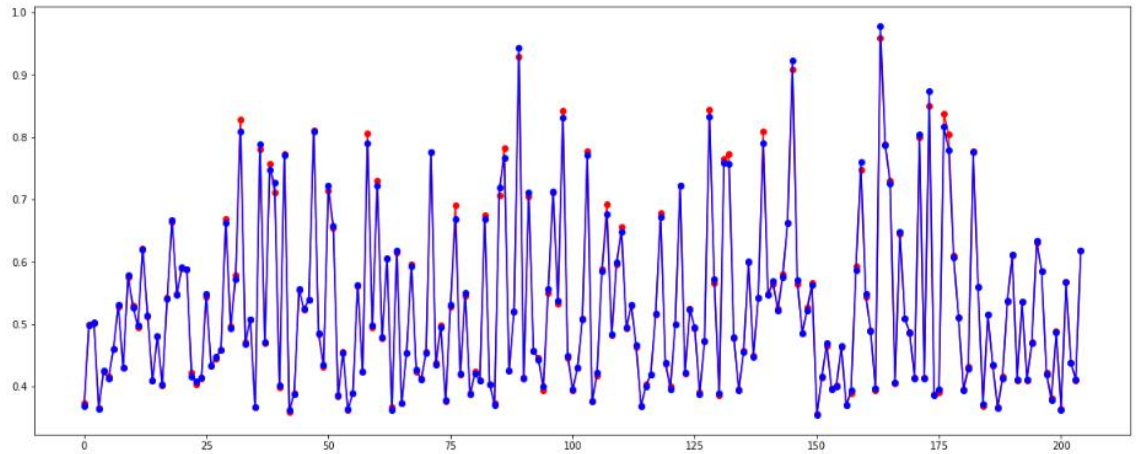
Şekil 126. SS0,25 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



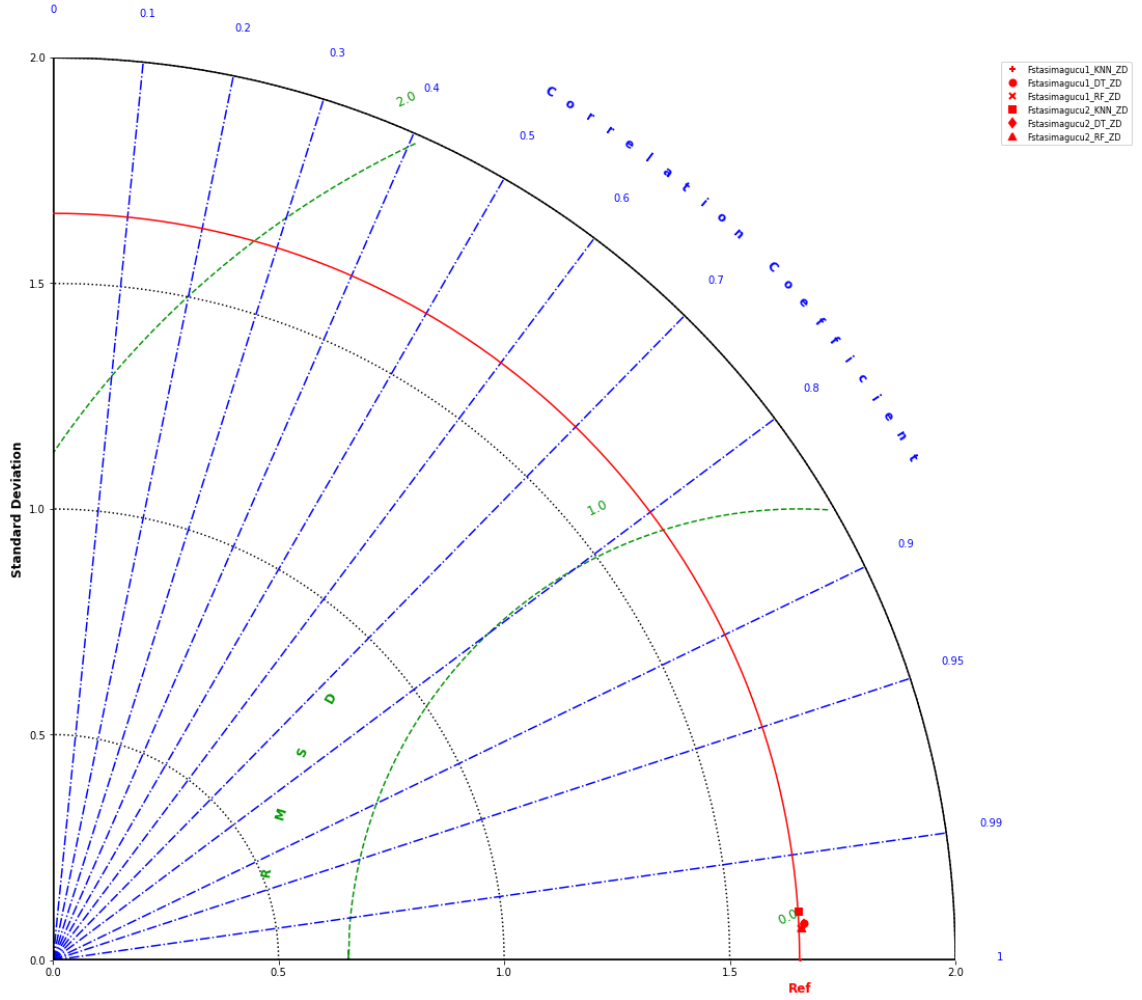
Şekil 127. SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



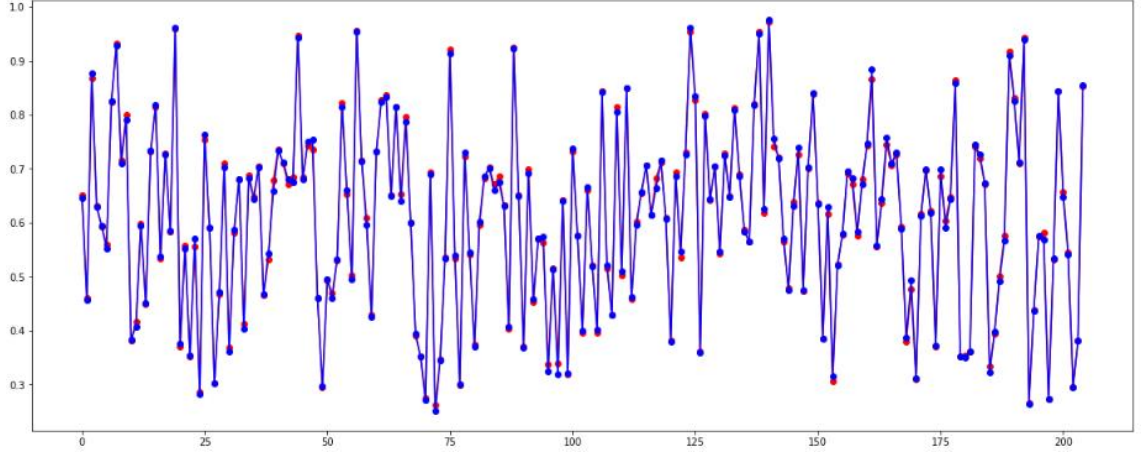
Şekil 128. SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



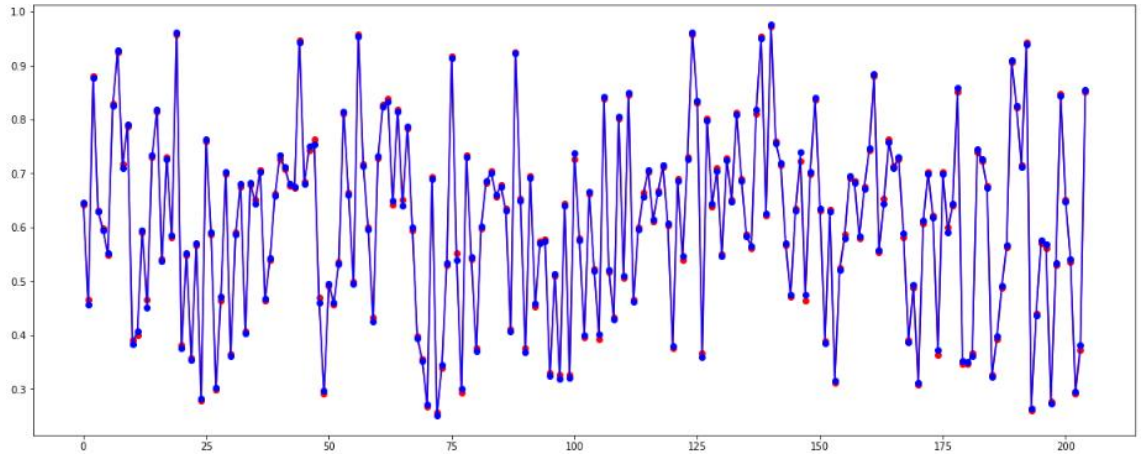
Şekil 129. SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



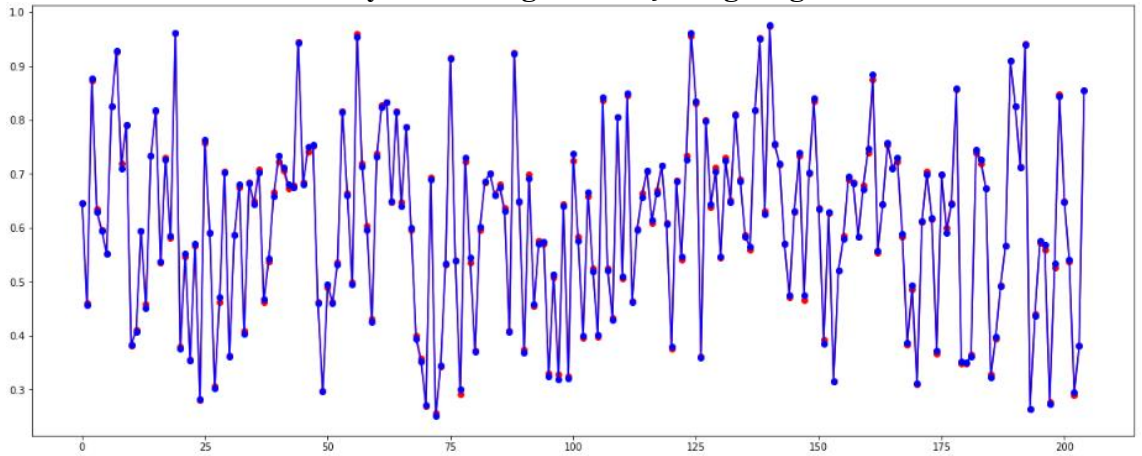
Şekil 130. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri



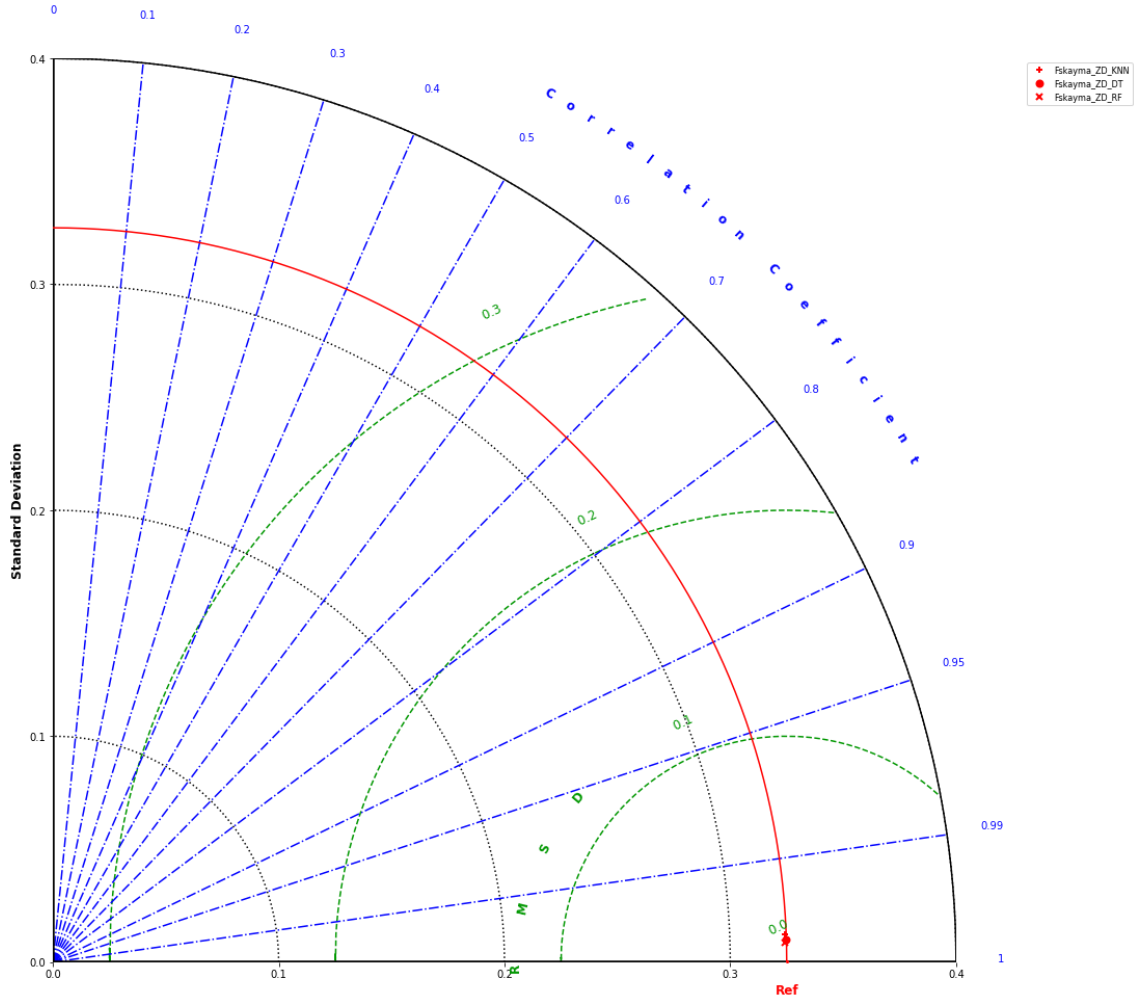
Şekil 131. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



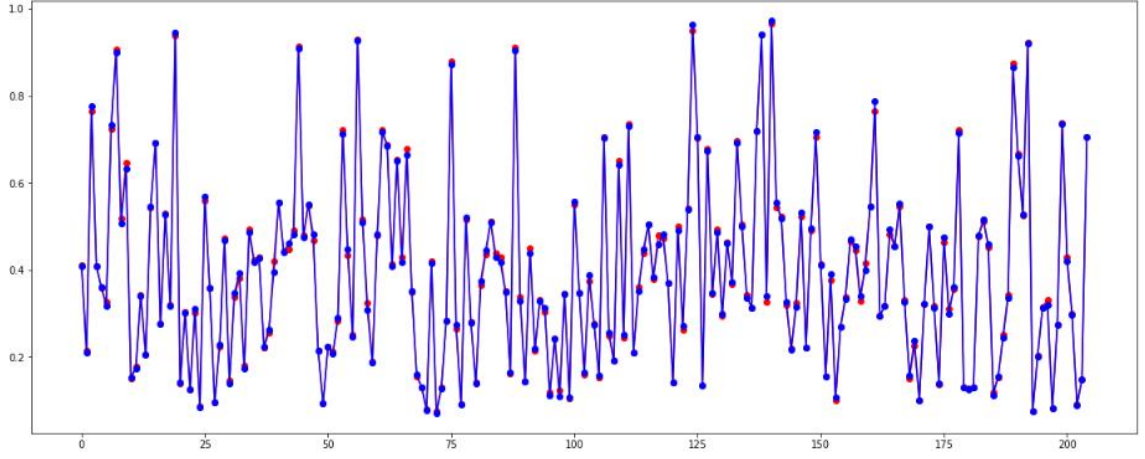
Şekil 132. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



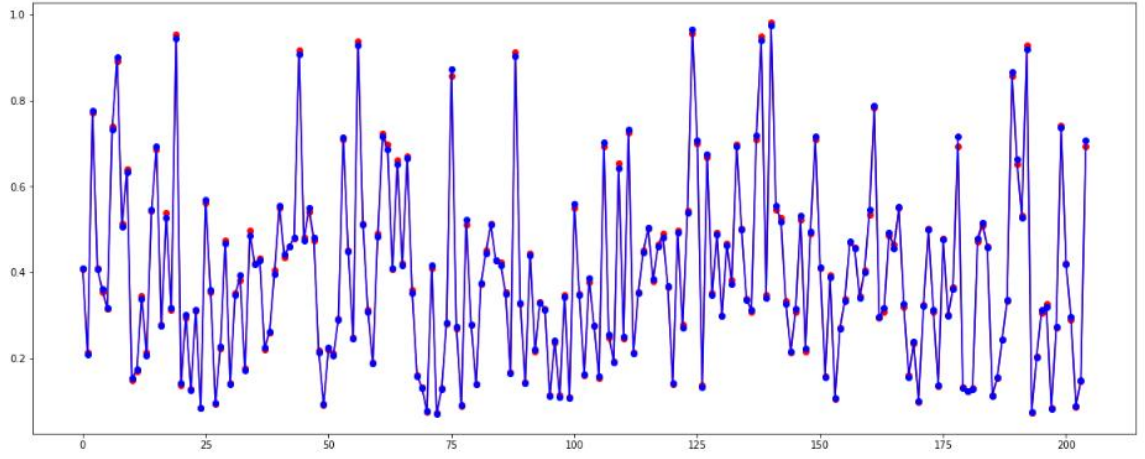
Şekil 133. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



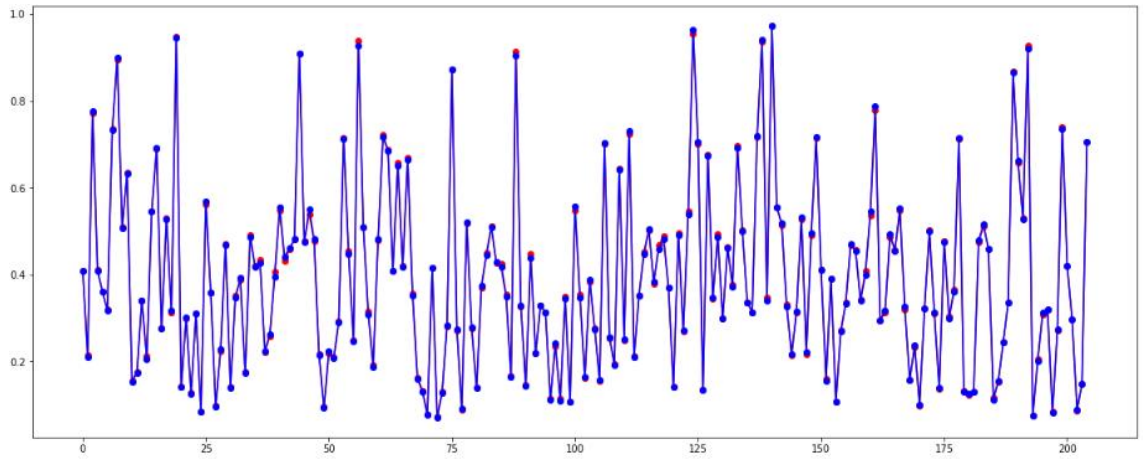
Şekil 134. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için statik kayma değerleri



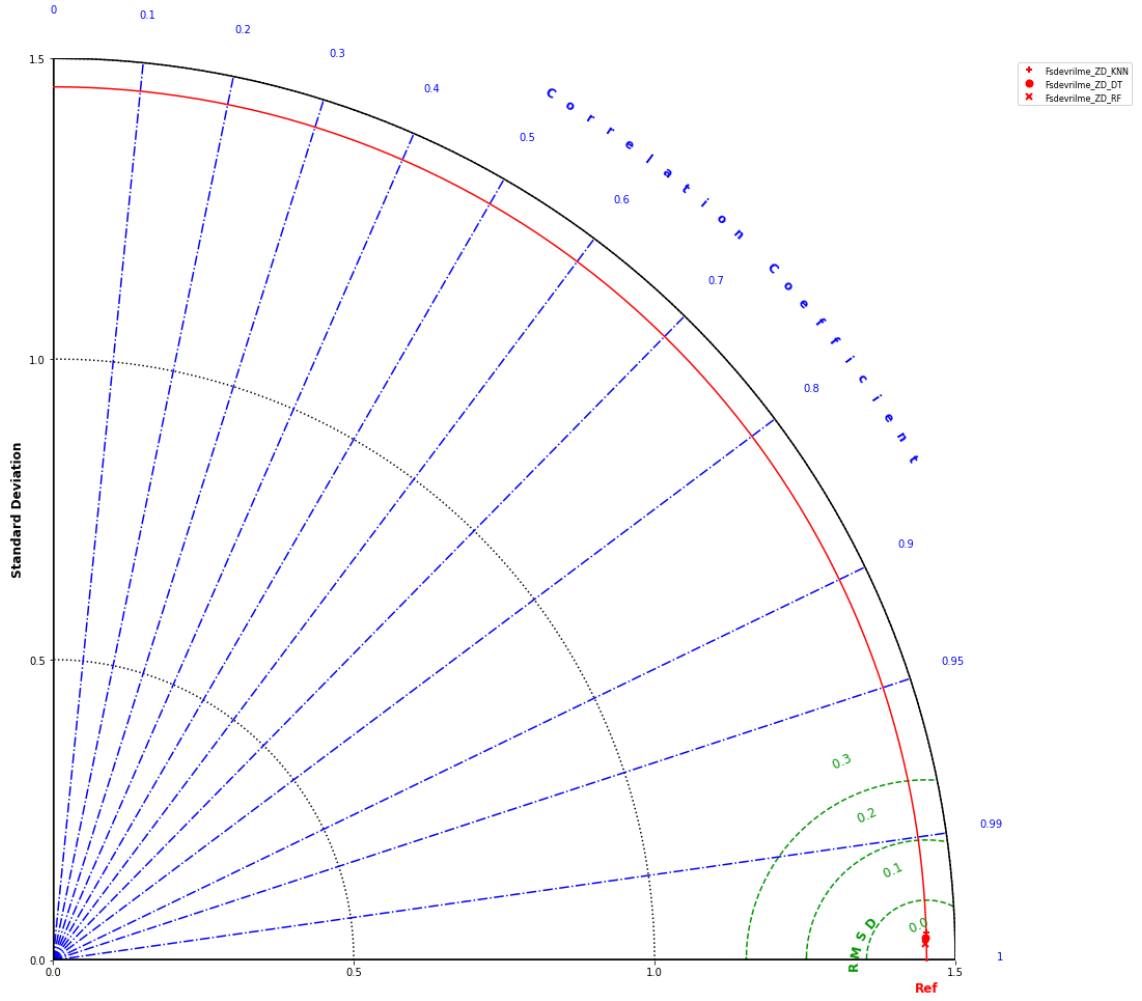
Şekil 135. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



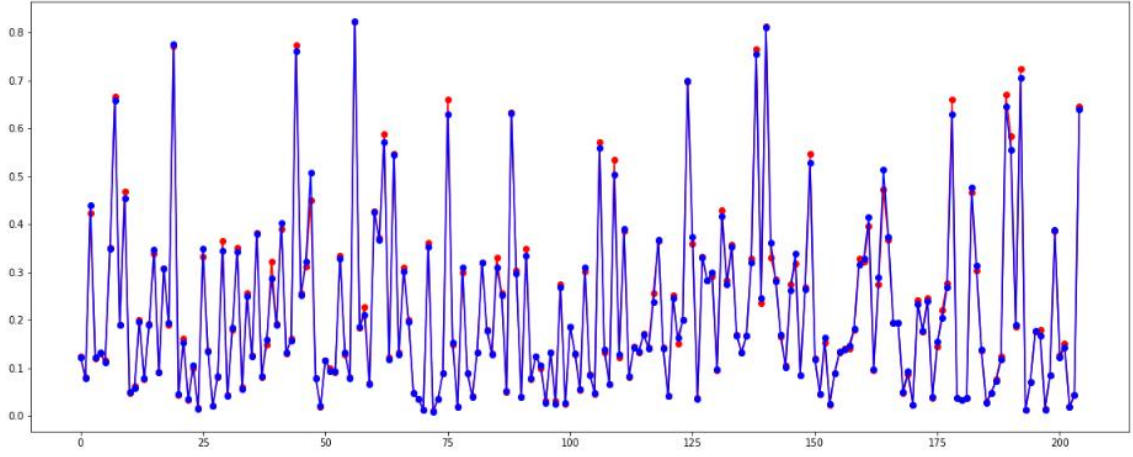
Şekil 136. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



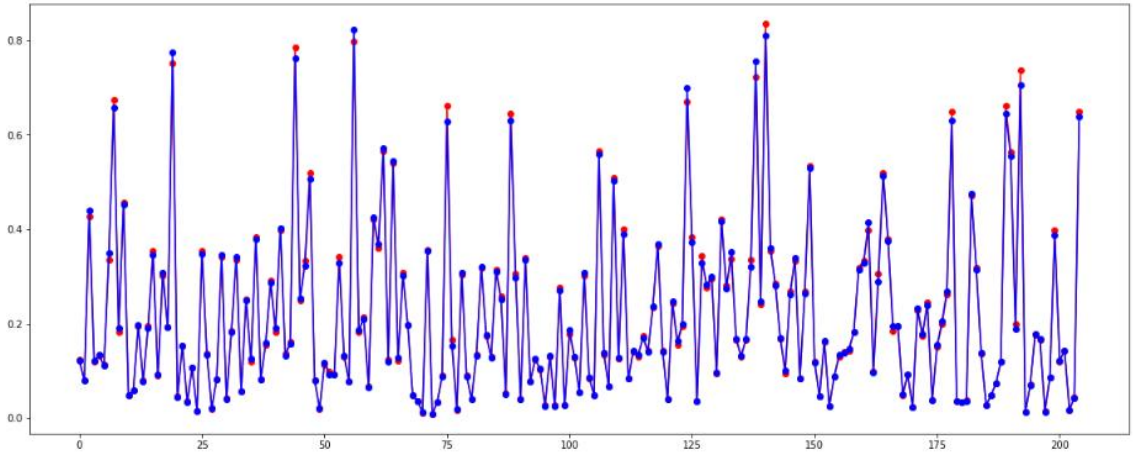
Şekil 137. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



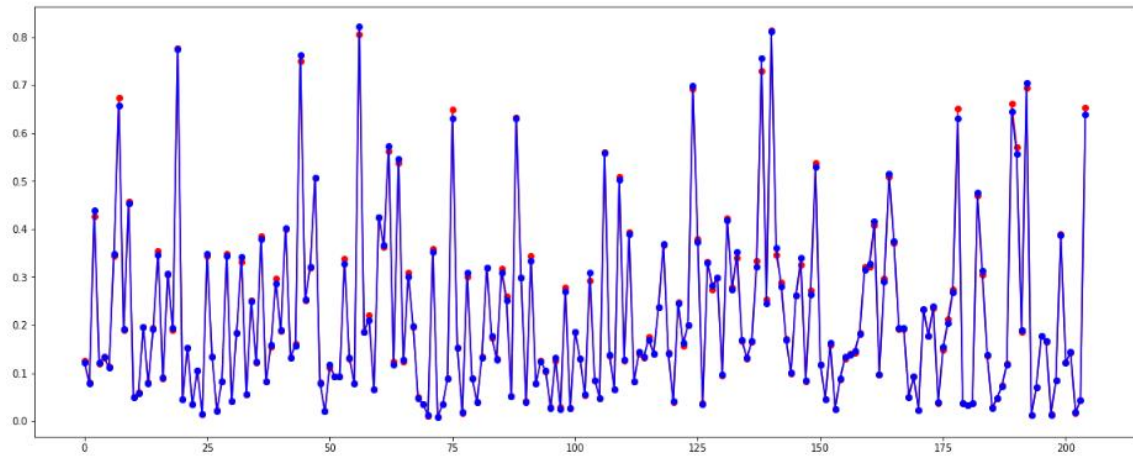
Şekil 138. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için statik devrilme değerleri



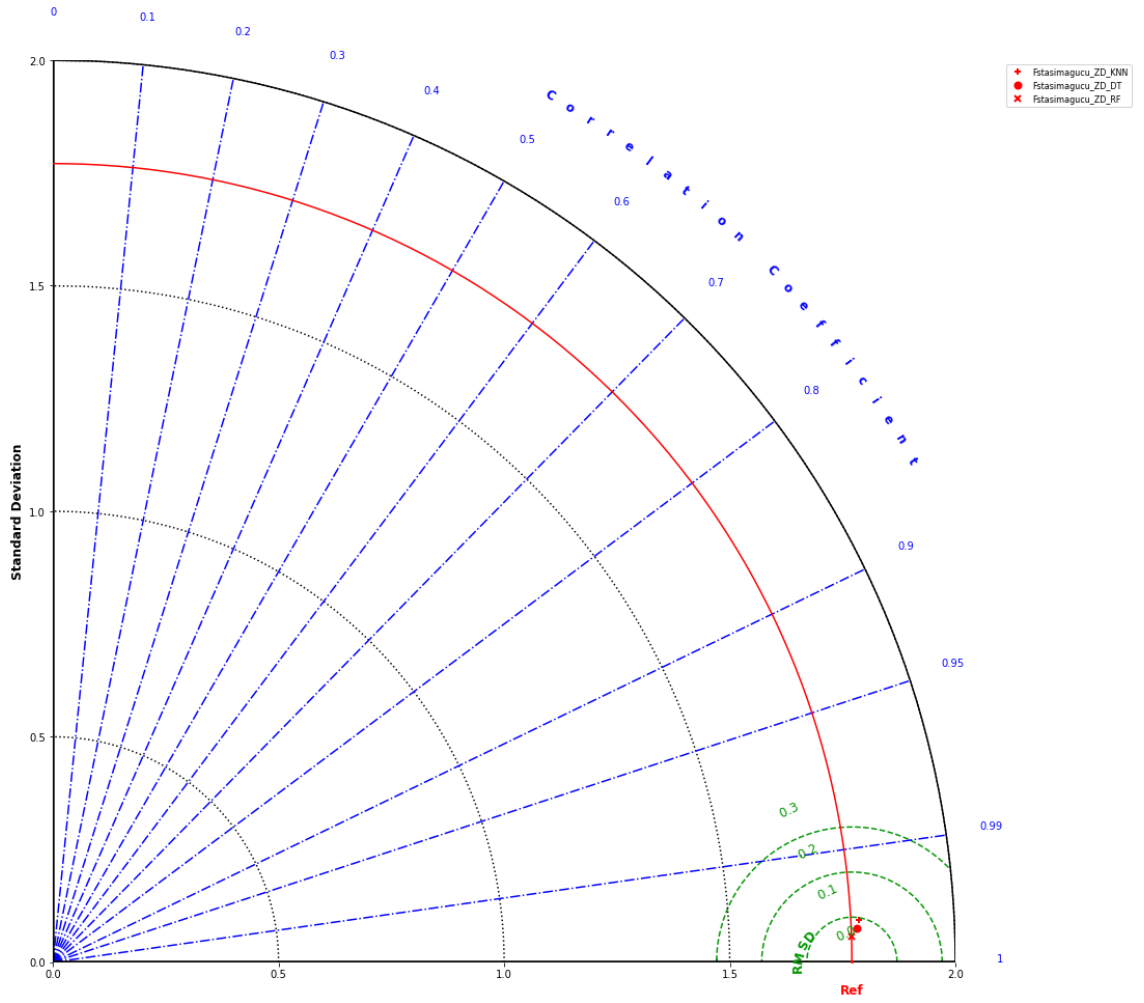
Şekil 139. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



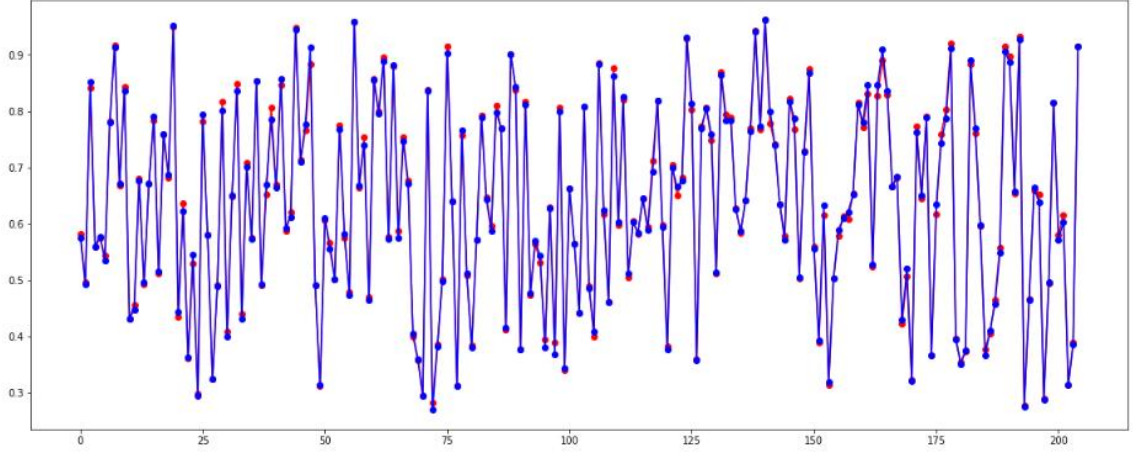
Şekil 140. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



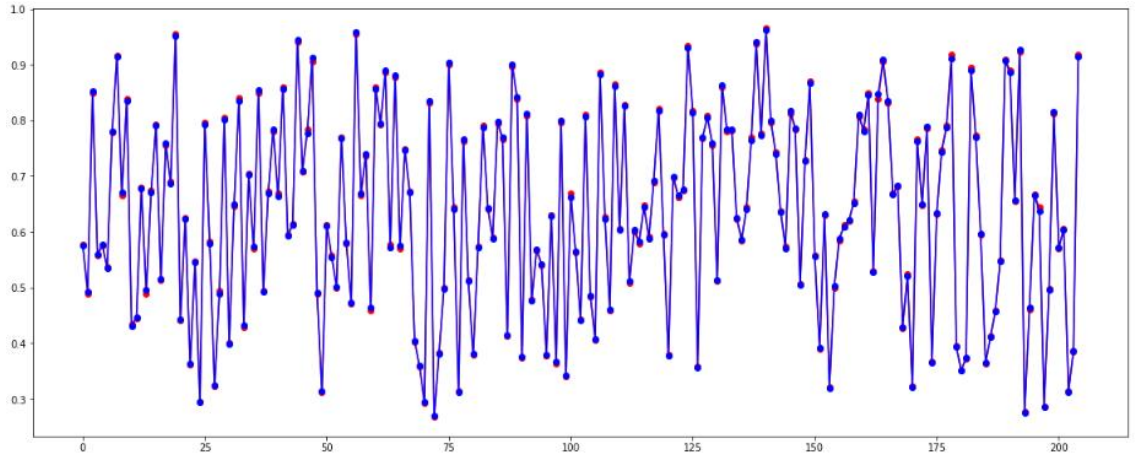
Şekil 141. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



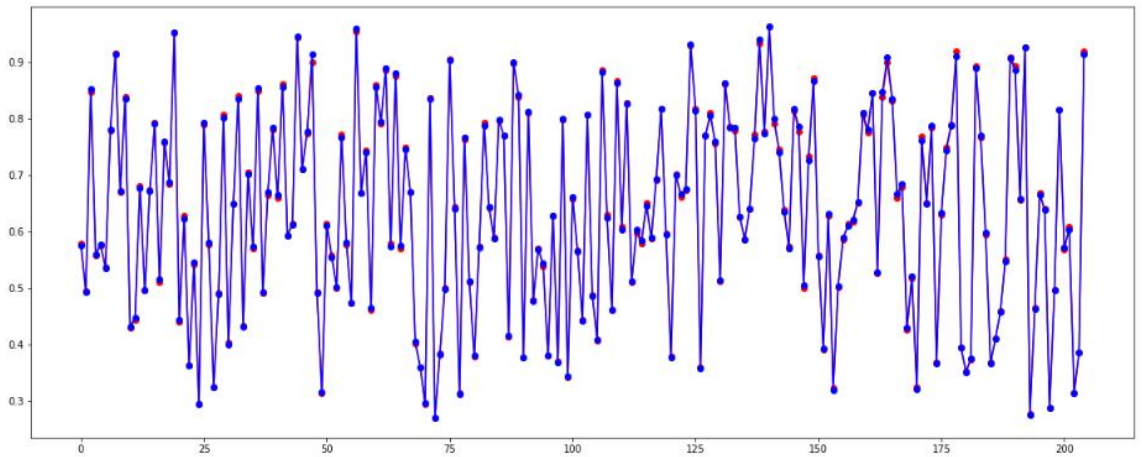
Şekil 142. SS0,25 ve SS1,5 ZD zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri



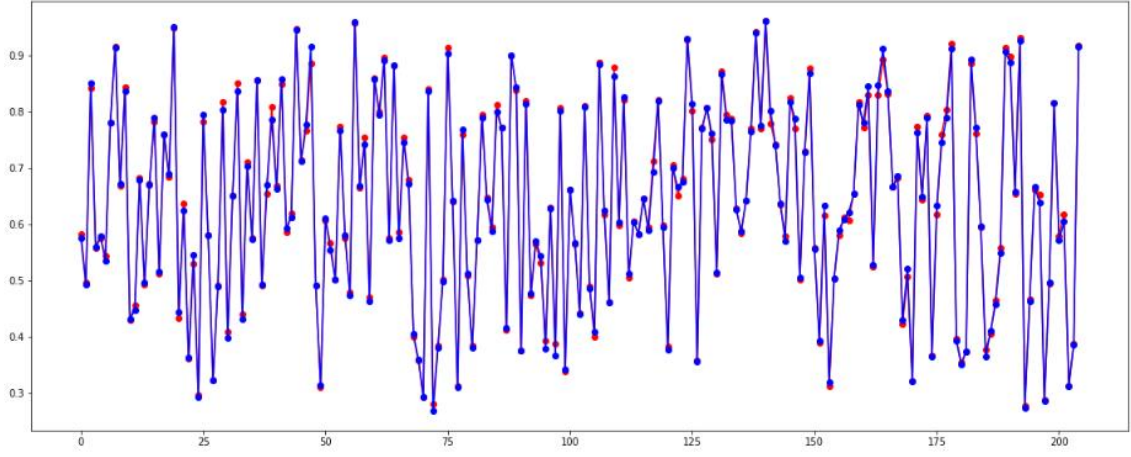
Şekil 143. SS0,25 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



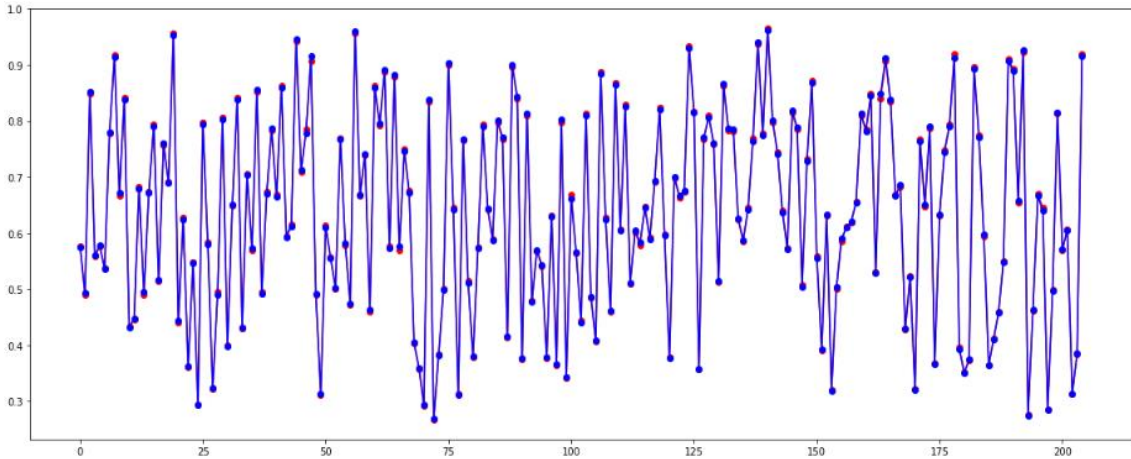
Şekil 144. SS0,25 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



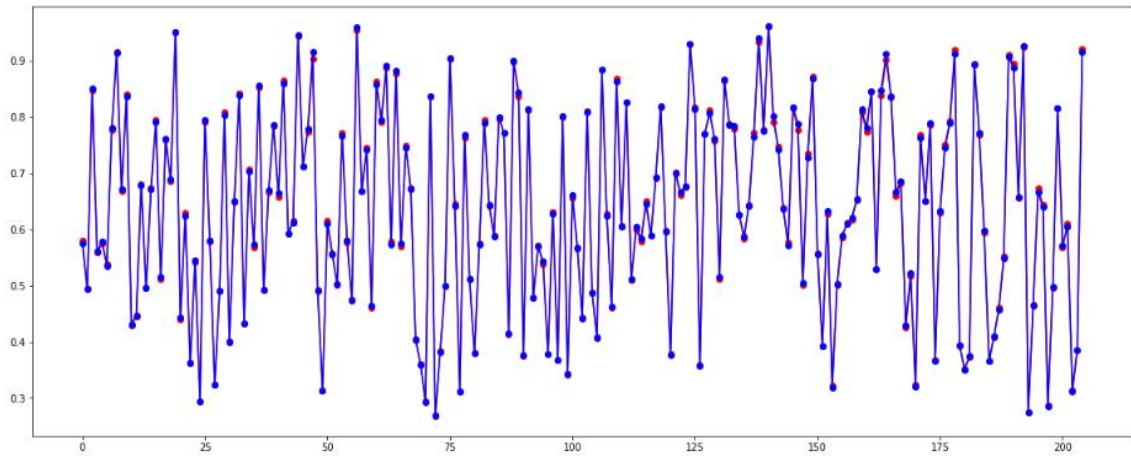
Şekil 145. SS0,25 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



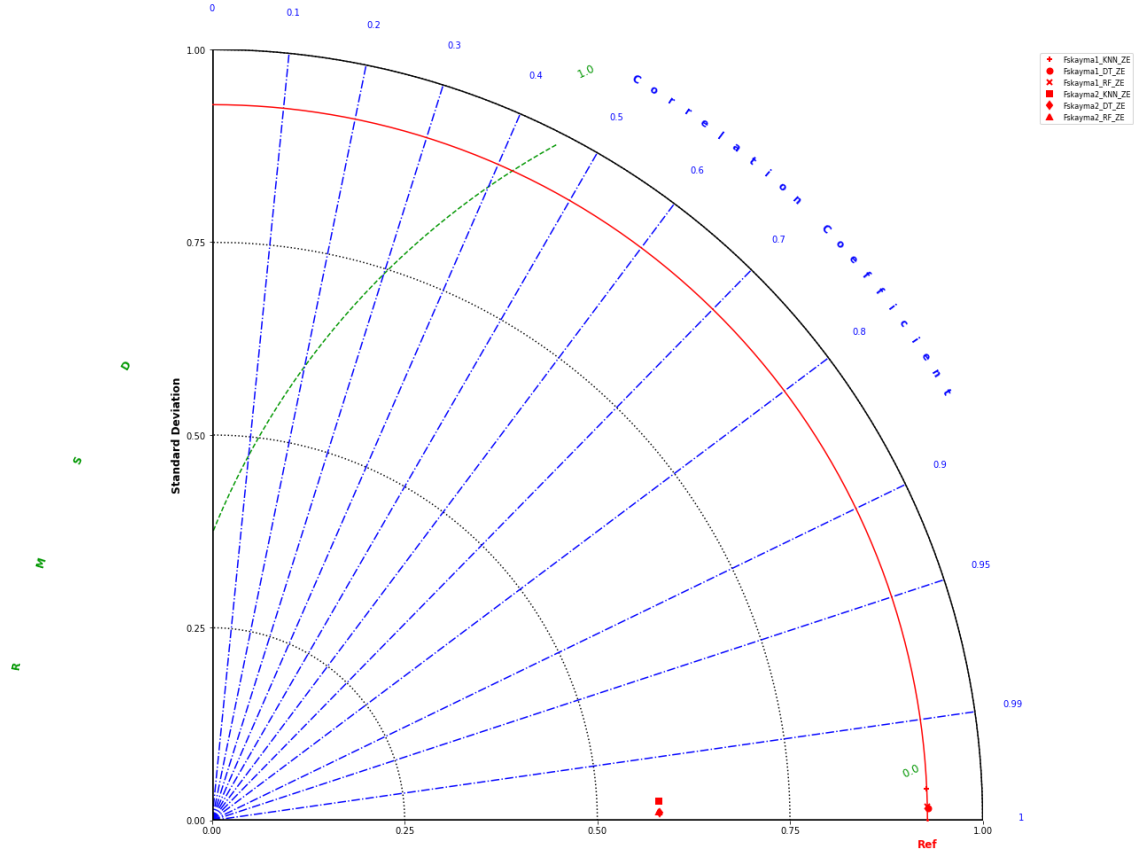
Şekil 146. SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



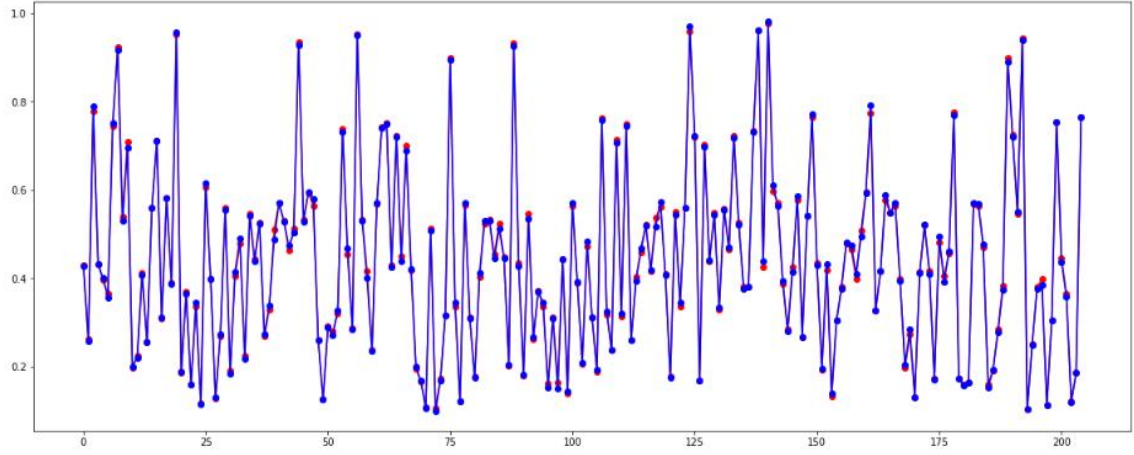
Şekil 147. SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



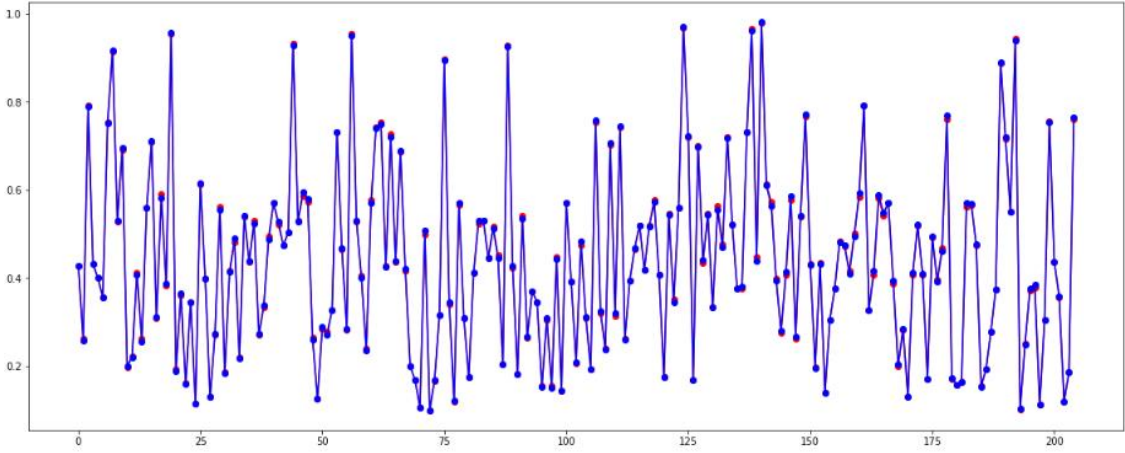
Şekil 148. SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik kayma test değerleri saçılım grafiği



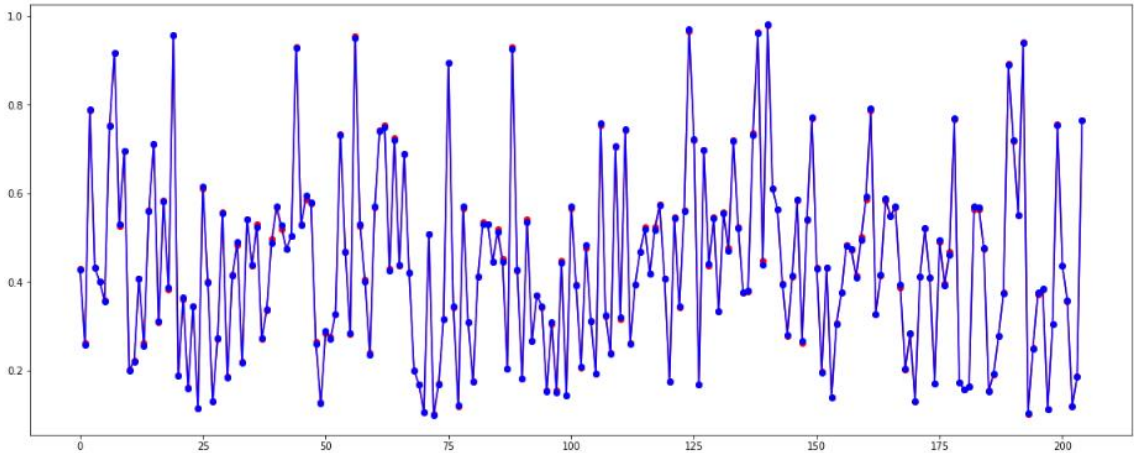
Şekil 149. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için dinamik kayma değerleri



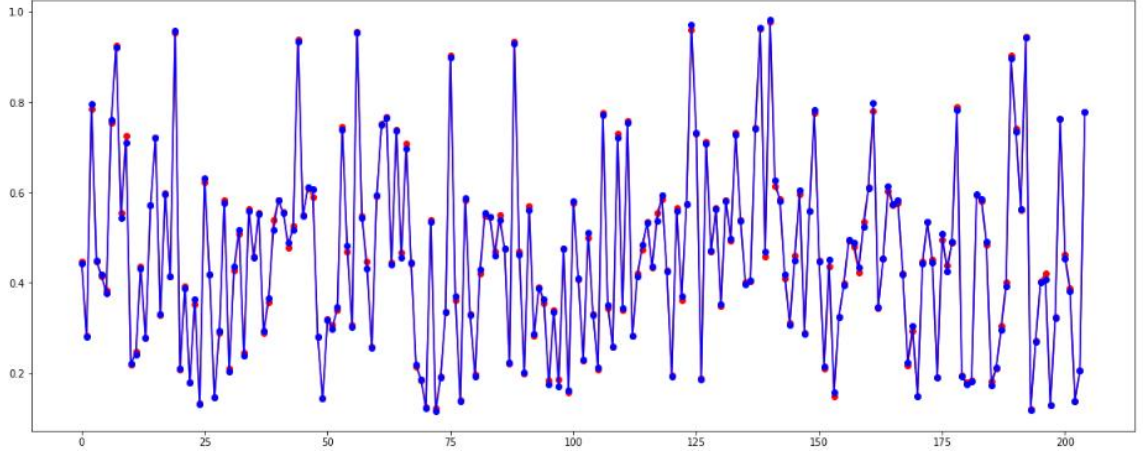
Şekil 150. SS0,25 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



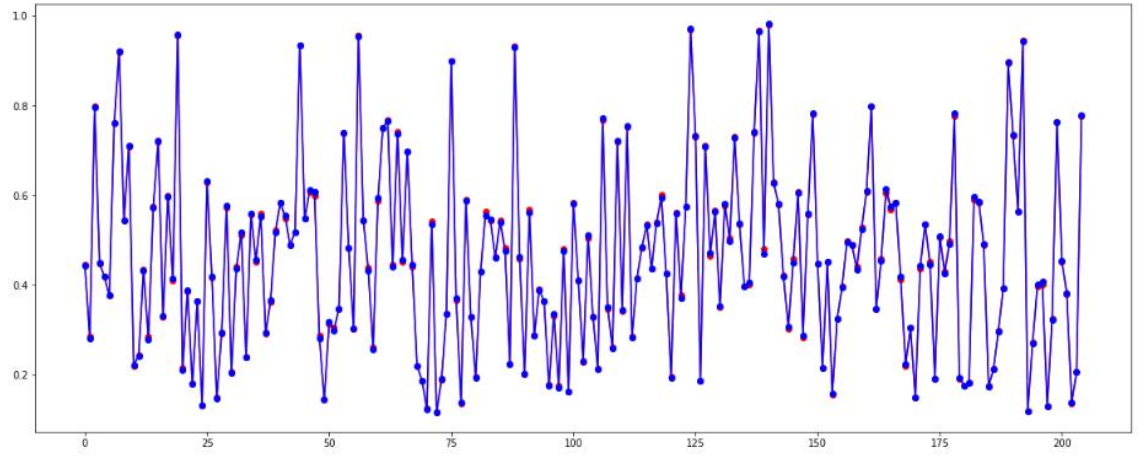
Şekil 151. SS0,25 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



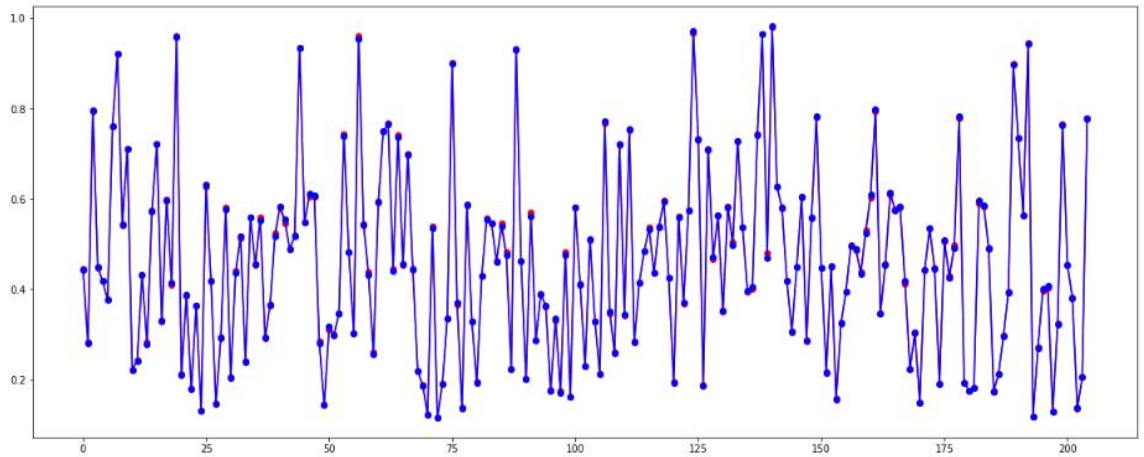
Şekil 152. SS0,25 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



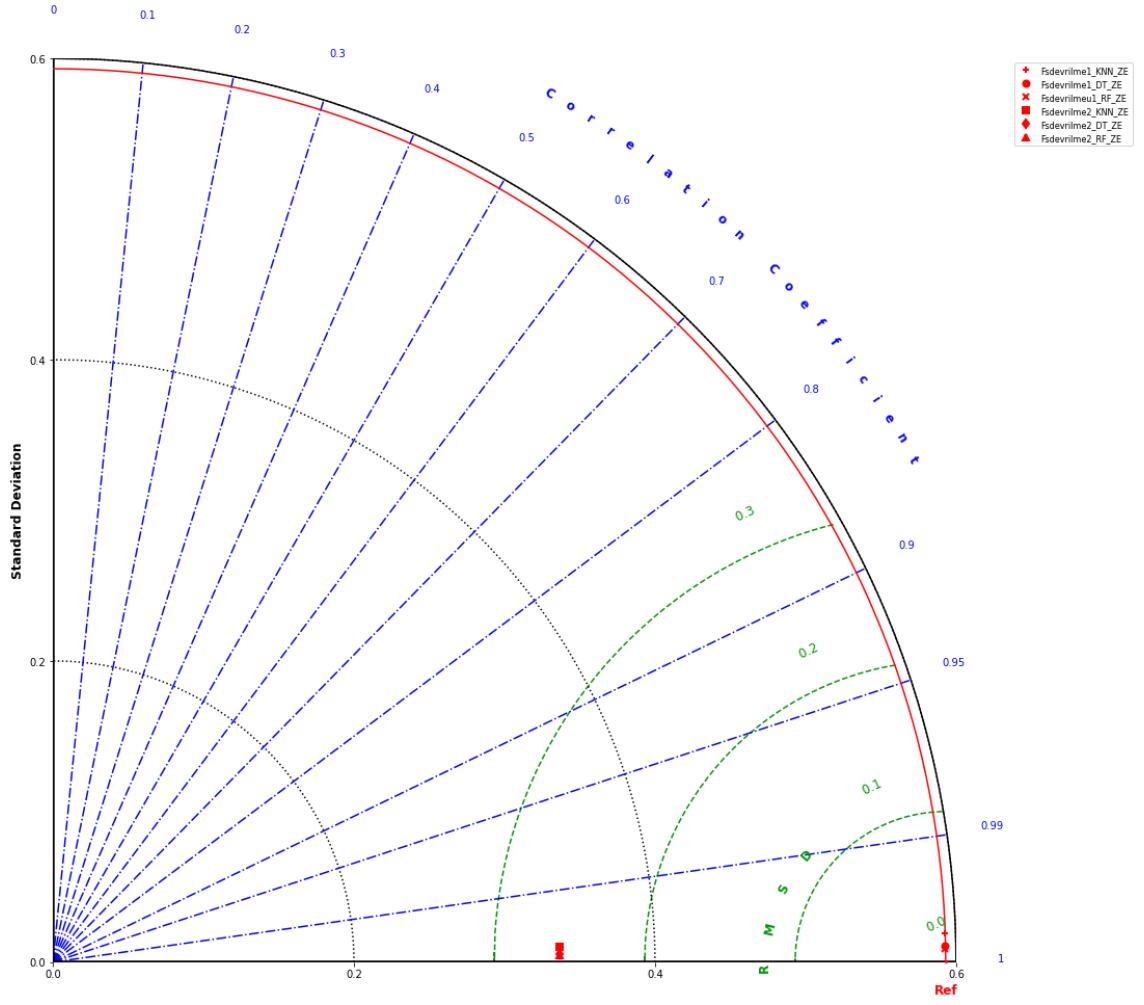
Şekil 153. SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



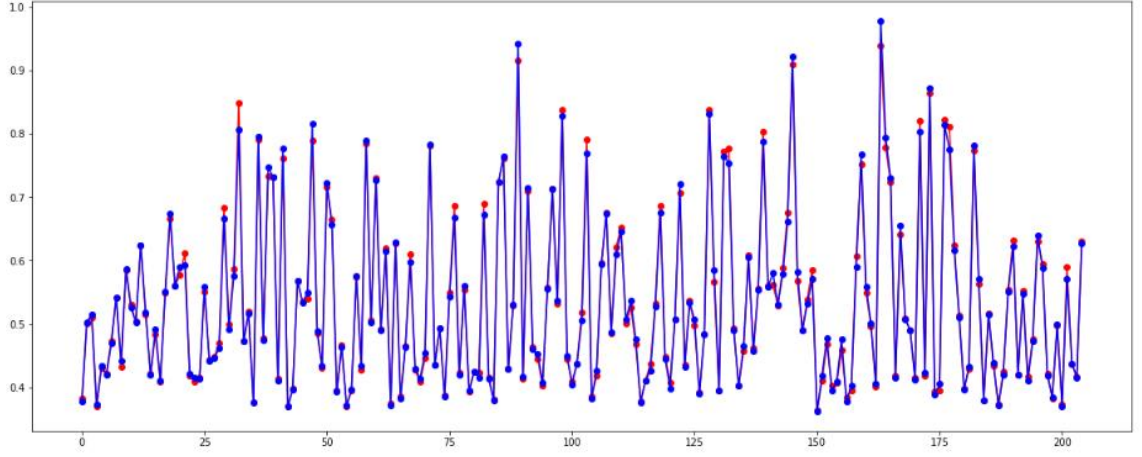
Şekil 154. SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



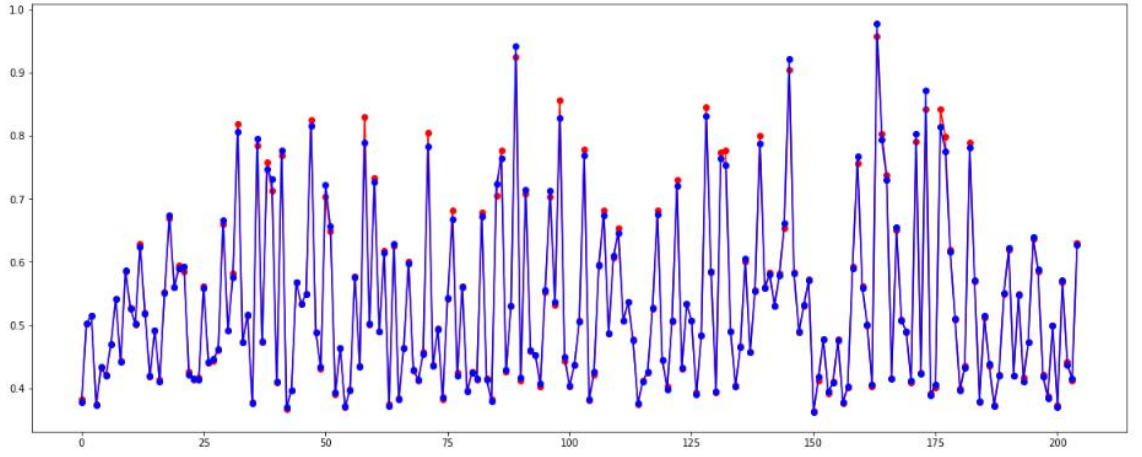
Şekil 155. SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik devrilme test değerleri saçılım grafiği



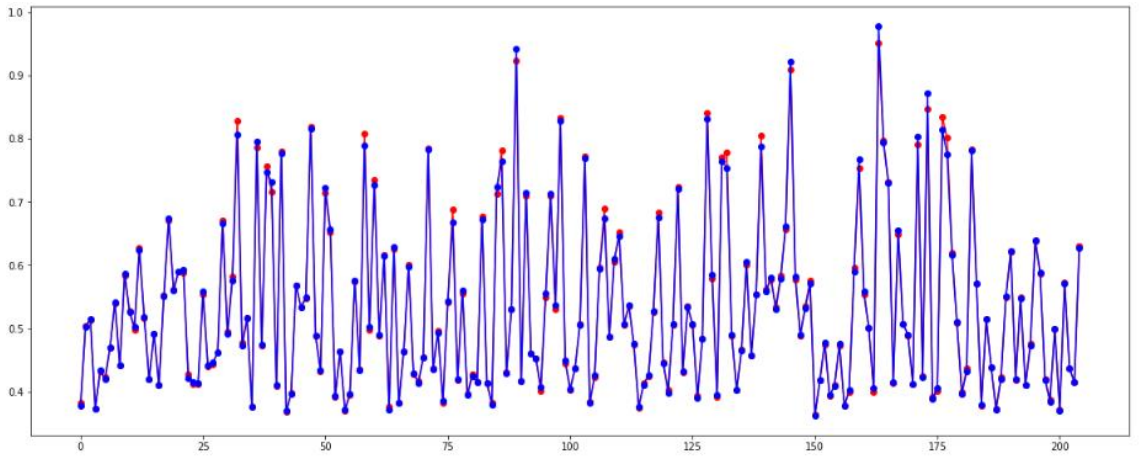
Şekil 156. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için dinamik devrilme değerleri



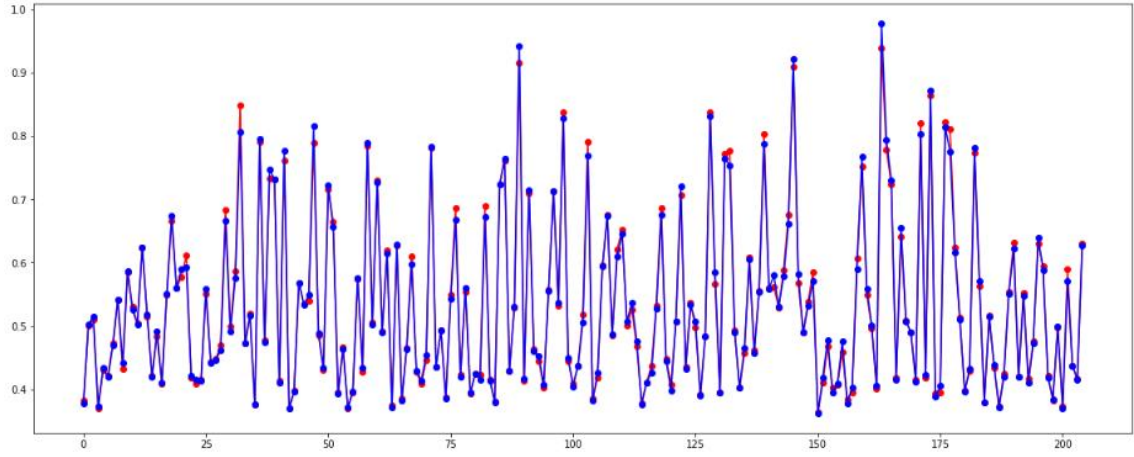
Şekil 157. SS0,25 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



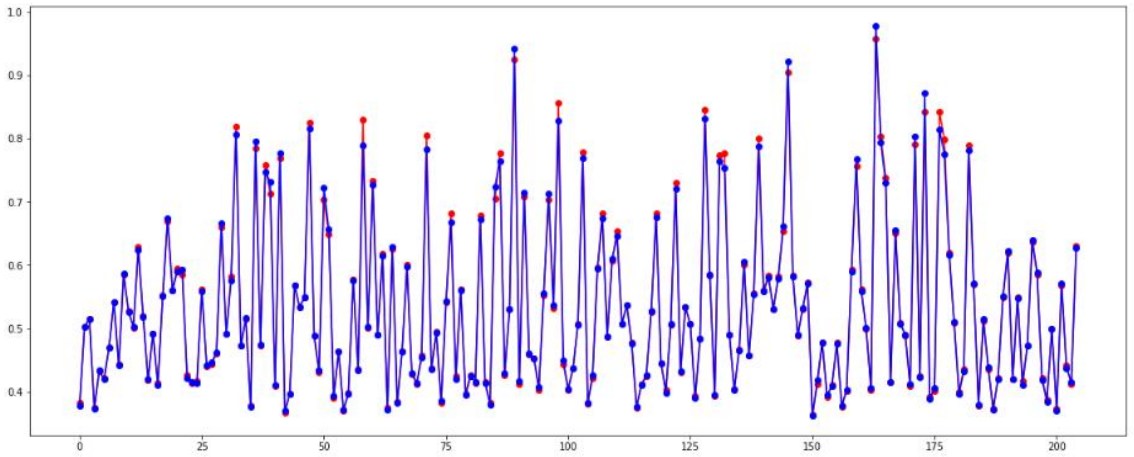
Şekil 158. SS0,25 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



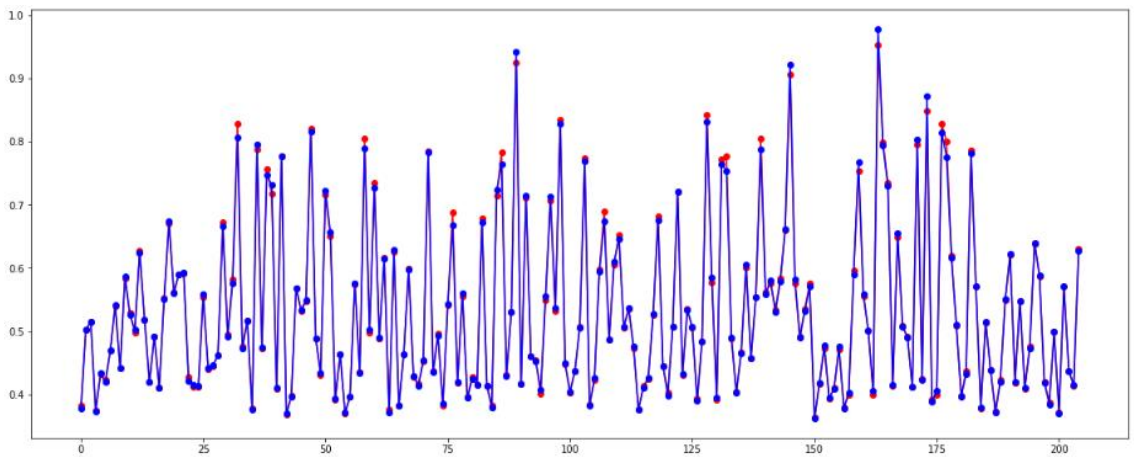
Şekil 159. SS0,25 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



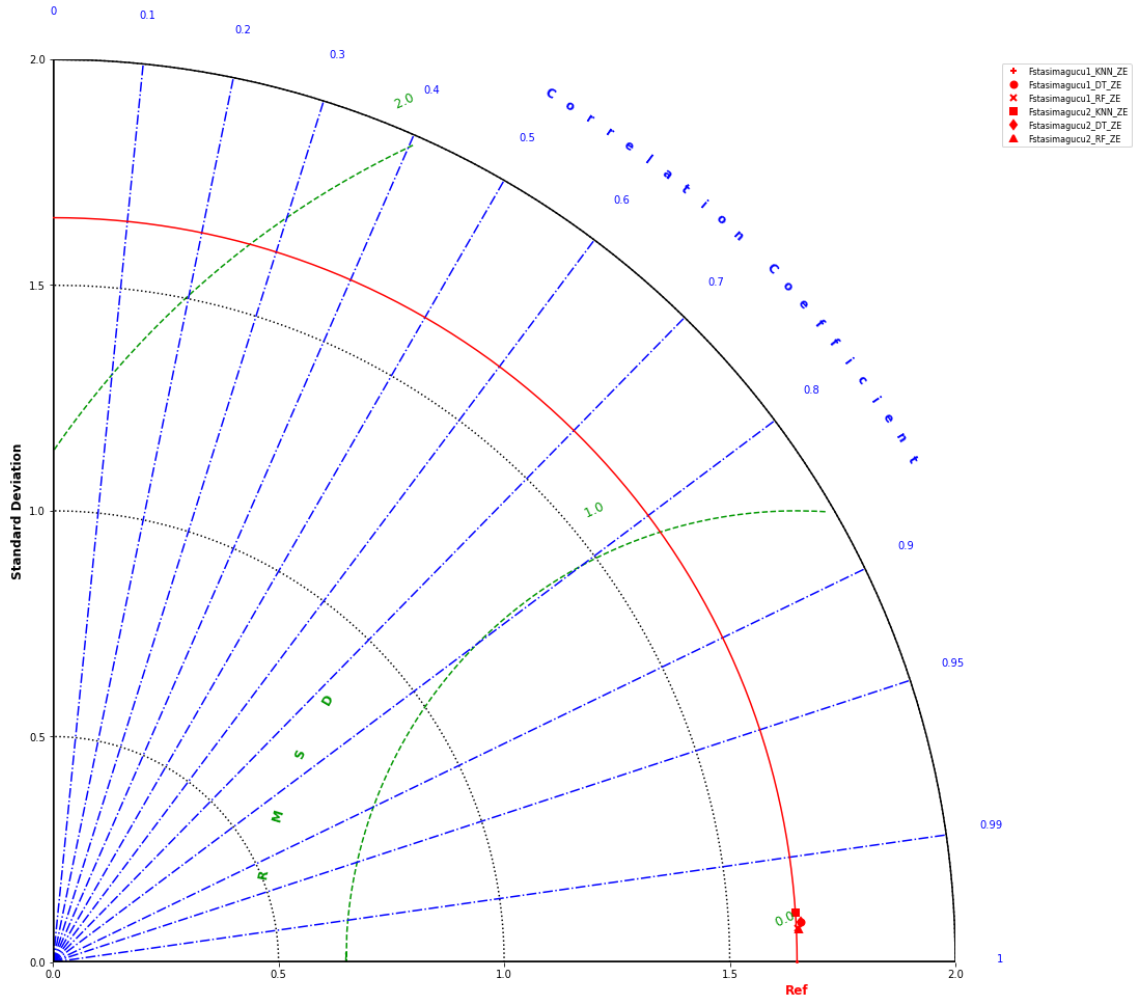
Şekil 160. SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması taşıma gücü devrilme test değerleri saçılım grafiği



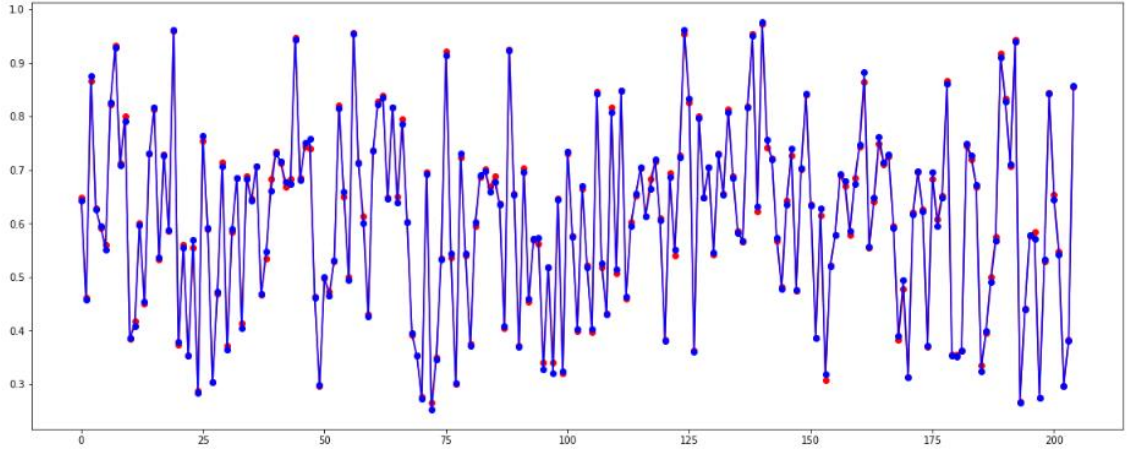
Şekil 161. SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



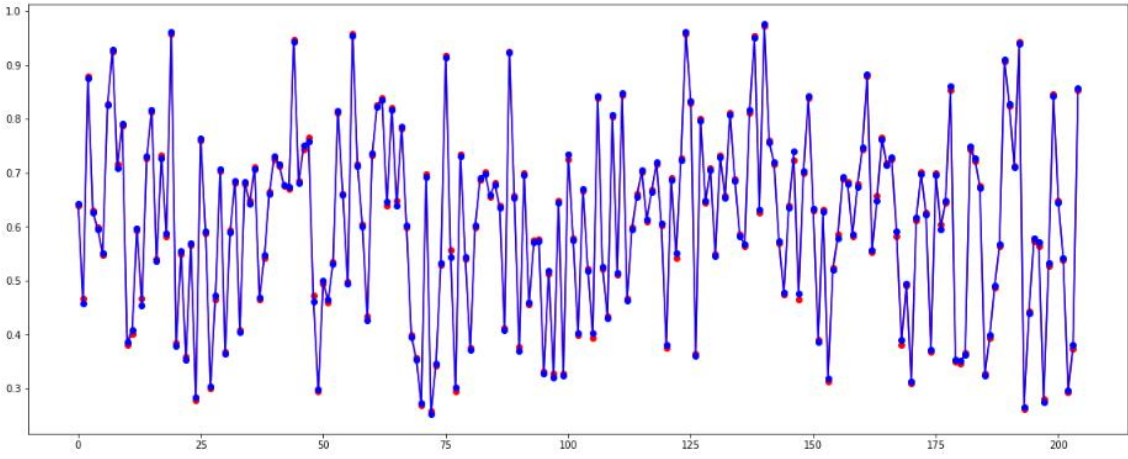
Şekil 162. SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması dinamik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



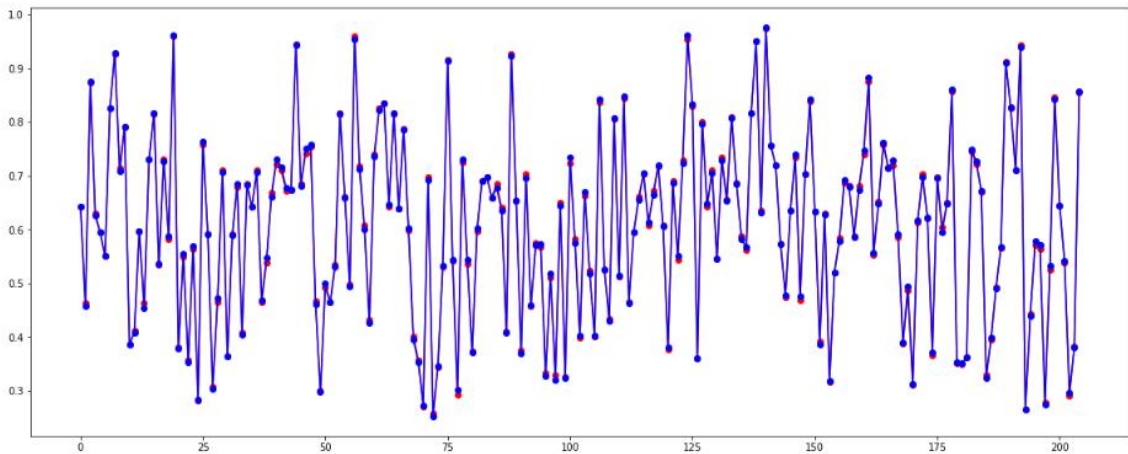
Şekil 163. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için dinamik taşıma gücü değerleri



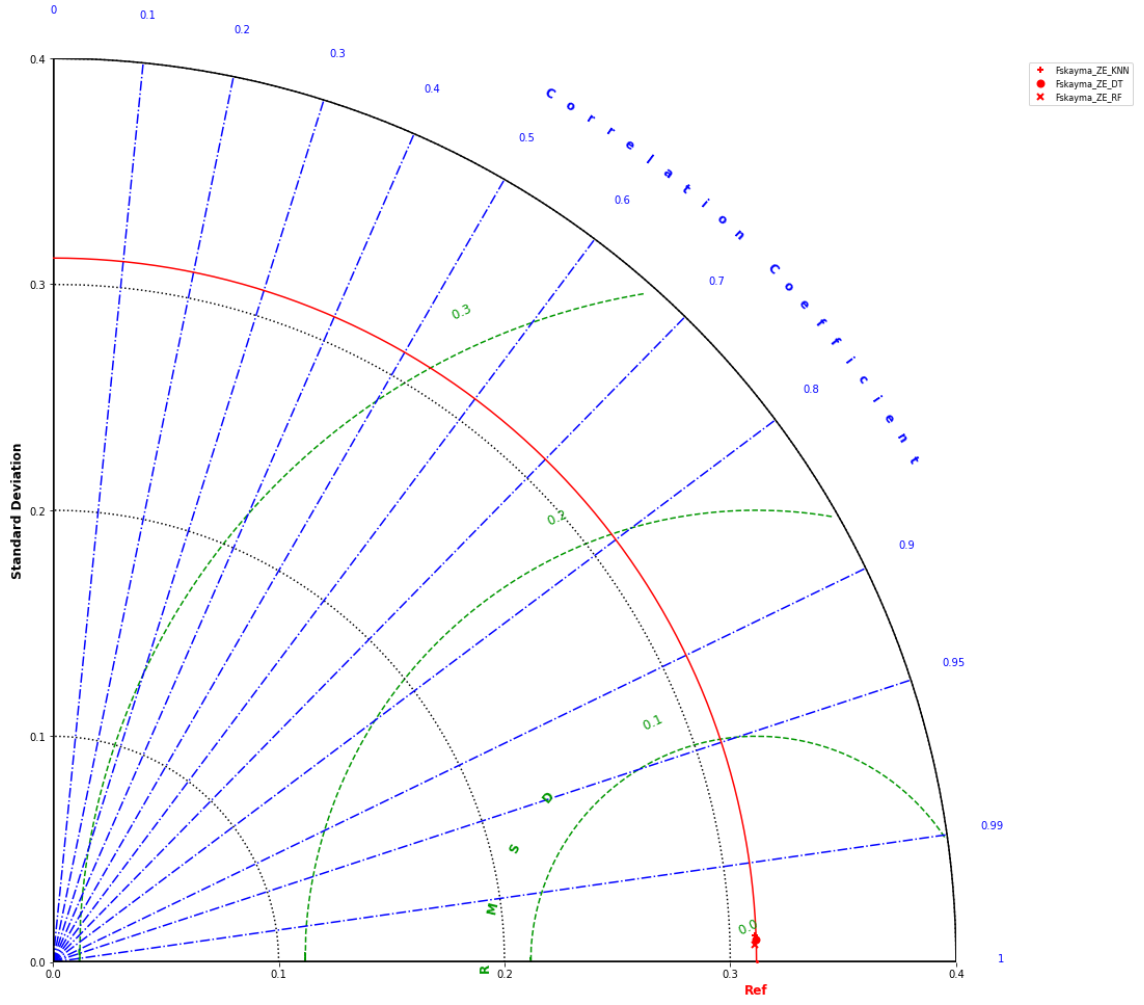
Şekil 164. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



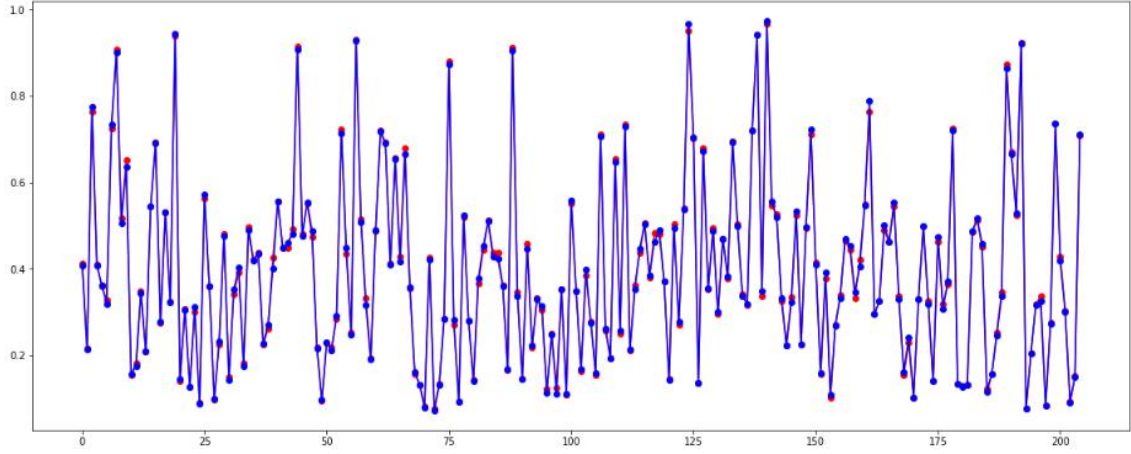
Şekil 165. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



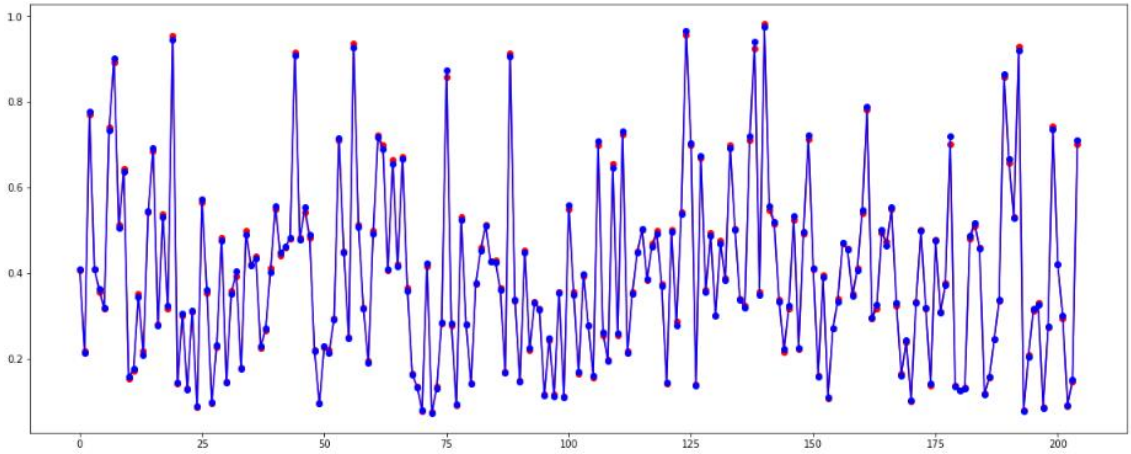
Şekil 166. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik kayma test değerleri saçılım grafiği



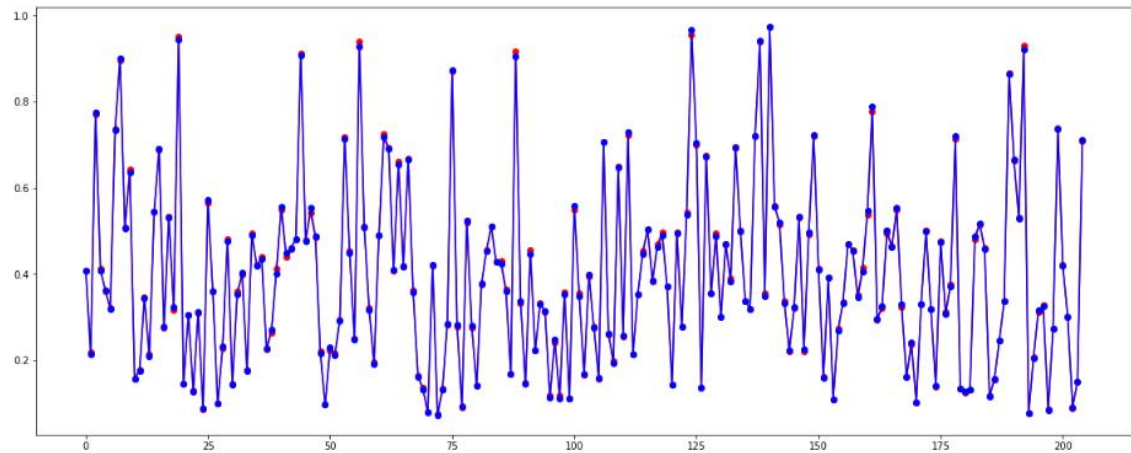
Şekil 167. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için statik kayma değerleri



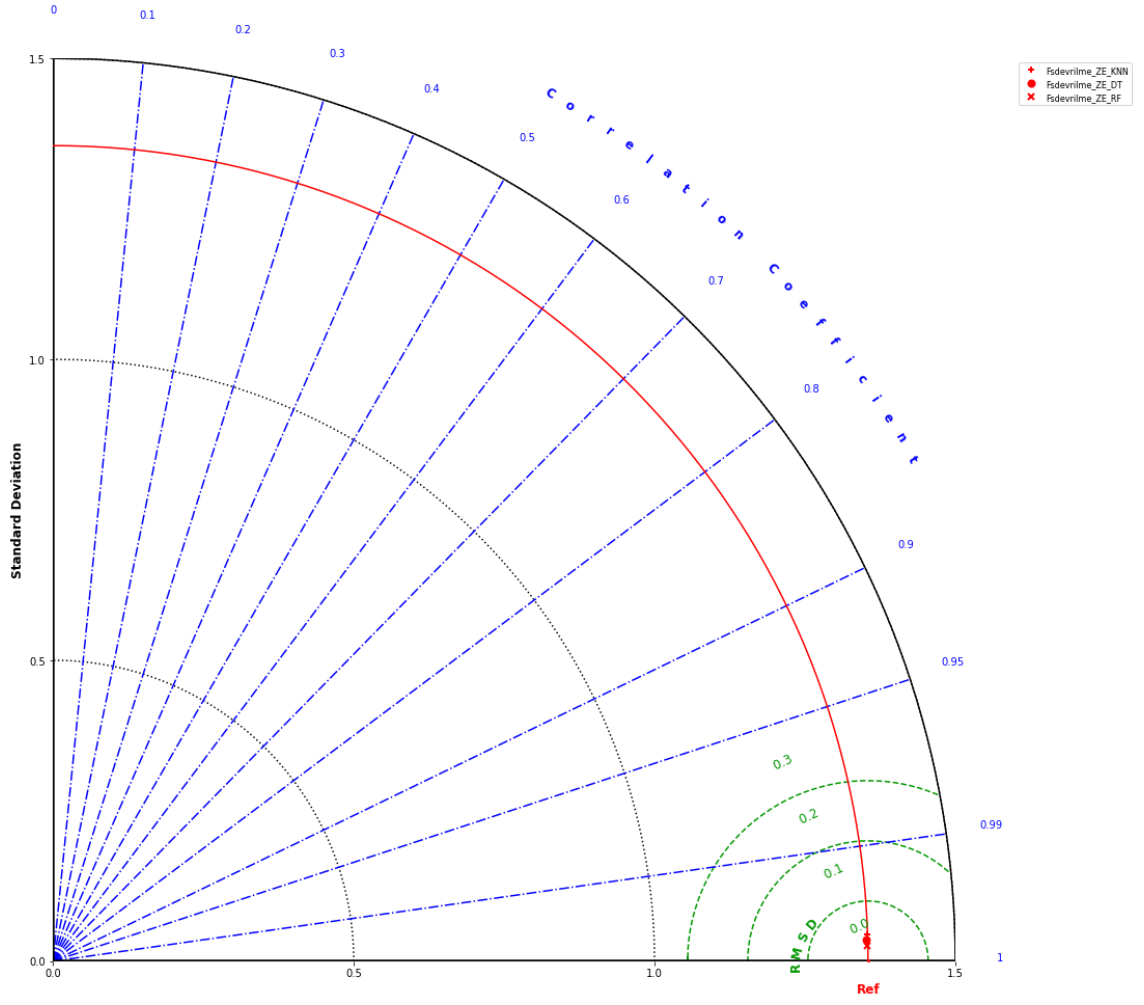
Şekil 168. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



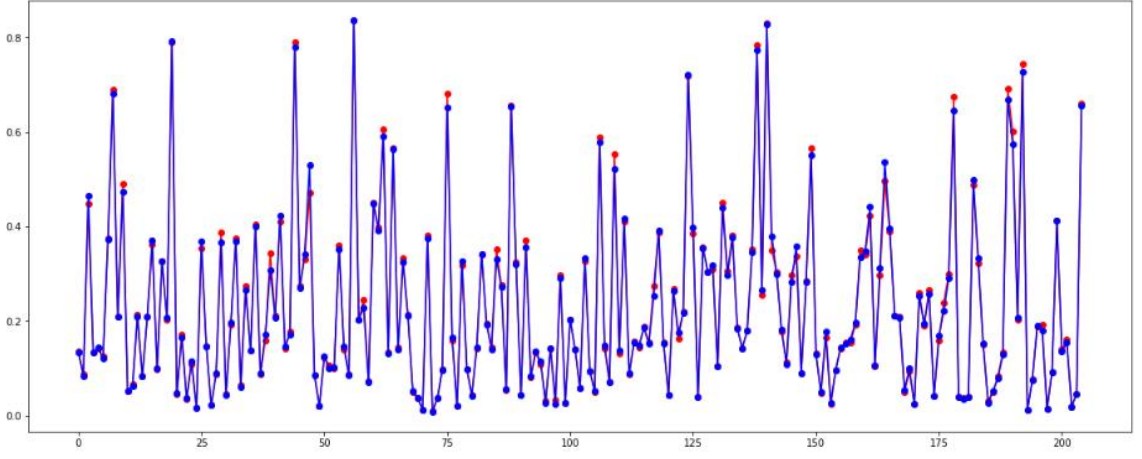
Şekil 169. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



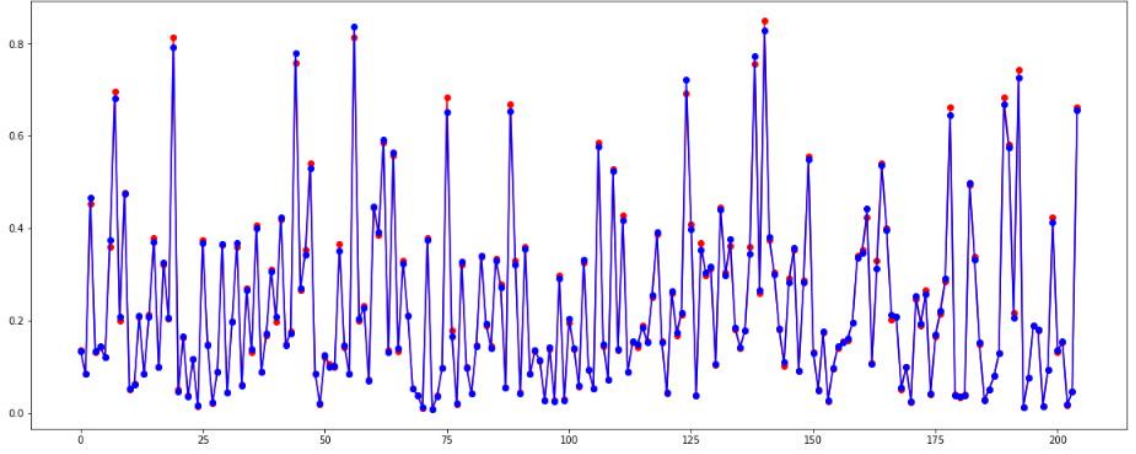
Şekil 170. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik devrilme test değerleri saçılım grafiği



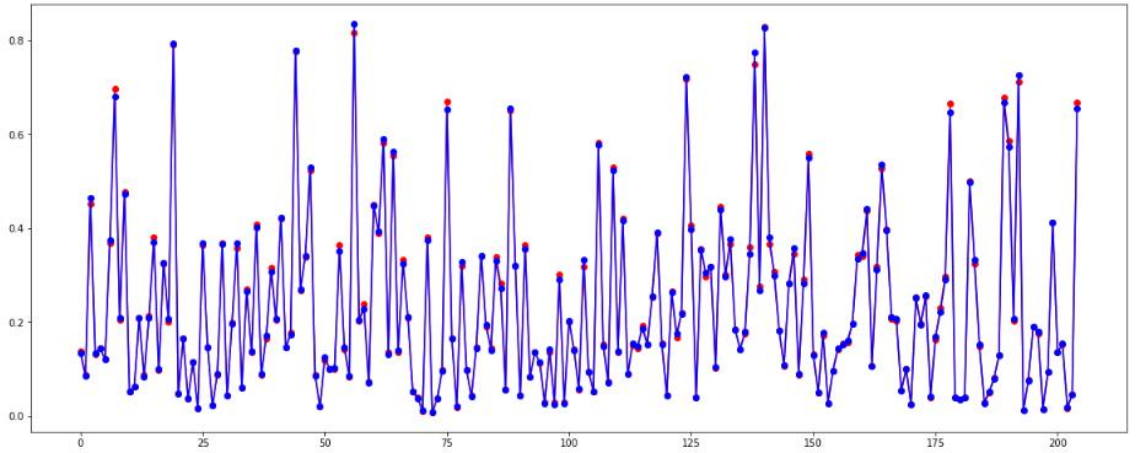
Şekil 171. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için statik devrilme değerleri



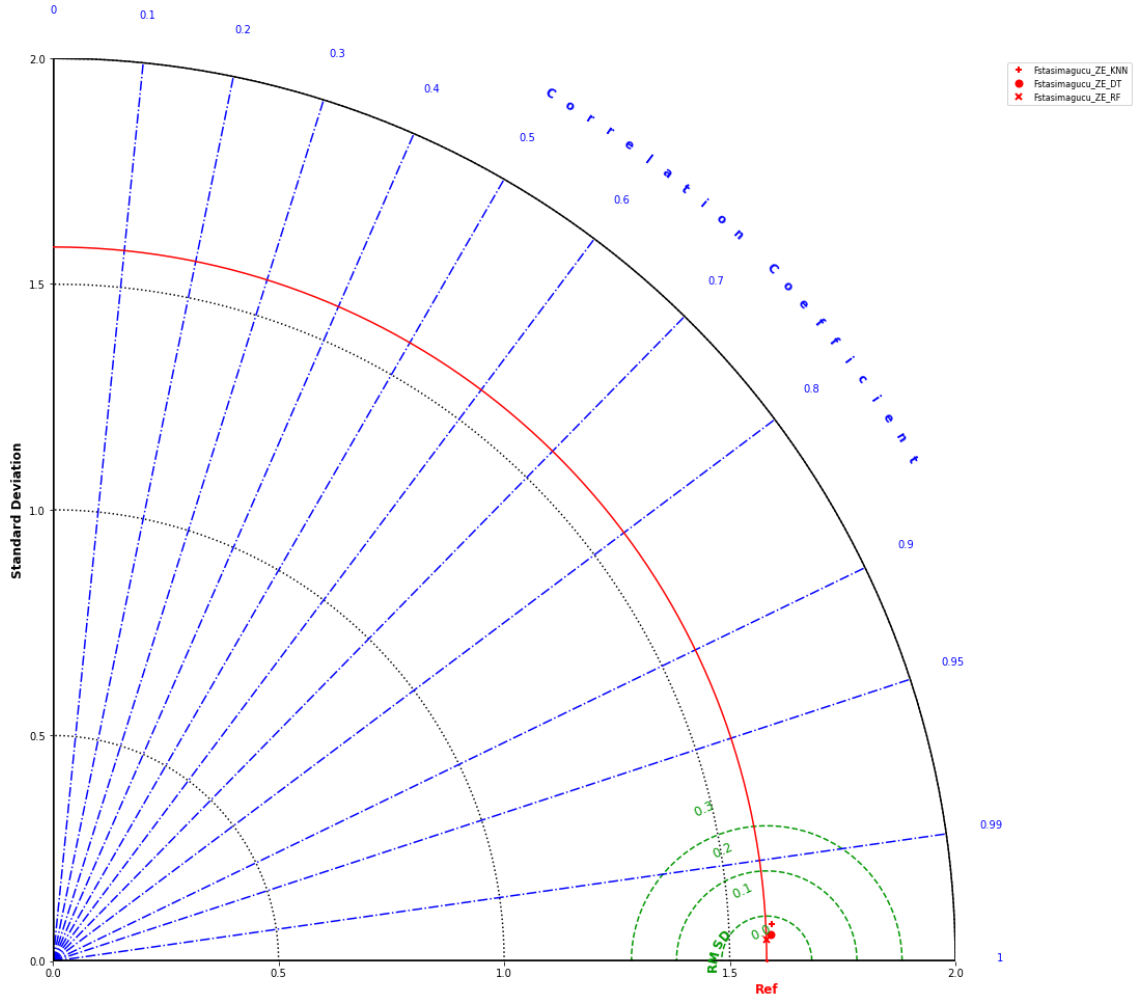
Şekil 172. SS0,25 ve SS01,5 ZE zemin sınıfı için k-en yakın komşu algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



Şekil 173. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için karar ağaçları algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



Şekil 174. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için rastgele orman algoritması statik taşıma gücü test değerleri saçılım grafiği



Şekil 175. SS0,25 ve SS1,5 ZE zemin sınıfı için statik taşıma gücü değerleri

6. SONUÇ

Konsol dayanma duvarlarının stabilite değerlerinin hesaplanması için makine öğrenmesi algoritmalarının alternatif yöntemlerden biri olup olmayacağı üzerine hazırlanan tez çalışmasından elde edilen verilere göre,

- Makine öğrenmesi algoritmalarından k-en yakın komşu, karar ağaçları ve rastgele orman algoritmalarının 10 farklı hata metriklerinden elde edilen değerlere göre R^2 değerinin 1'e yakın, kök ortalama kare hata (RMSE), ortalama kare hatası (MSE), ortalama mutlak yüzde hatası (MAPE), ortalama mutlak hata (MAE), ortalama kare logaritmik hata (MSLE), medyan mutlak hata (MDAE), maksimum hata (ME), ortalama gama sapması (MGD), ortalama poisson sapması (MPD) değerleri 0'a oldukça yakın hatta bazı eğitim setlerinde 0 değeri elde edilmiştir.
- Saçılım grafikleri incelendiğinde kırmızı renk tahmin değerini gösterirken mavi renkler gerçek değeri ifade etmektedir. Mavi ve kırmızı noktaların çakışması tahmin edilen değer doğru tahmin edildiğini göstermektedir. Çalışmada incelenen test veri seti saçılım grafiklerinde birçok kırmızı ve mavi noktaların çakıştığını ve çakışmayanların ise arasında çok mesafe olmadığını gözlemlenmiştir. Bu da yapılan çalışma da algoritmaların oldukça başarılı olduğunu göstermektedir.
- Taylor diyagramlarında kolerasyon kat sayısının 1'e yakın olması , kök ortalama kare sapmasının 0' a yakın hatta bçoğu yerde 0 değerinde olması ve standart sapma değerlerinin kök ortalama kare sapmasına çok yakın olması ile oluşan grafiklerde verilerin bazen bir birine yakın bazı noktalarda ise çakışmış olması,
- Karar ağaçları algoritmasının test ve eğitim seti üzerinde farklı başarı oranı sergilediği hatta eğitim setinde test veri setinden daha başarılı olduğu gözlemlenirken k-en yakın komşu ve rastgele orman algoritmasının test ve eğitim setleri üzerindeki başarı oranının daha yakın olduğu gözlemlenmiştir.

durumları oluşturulan modelin başarı oranının yüksek olduğunu ve bu çalışmanın dayanma duvarı tahkilerinin hesaplanmasında alternatif bir yol olacağını göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Akman, M. (2010). *Veri madenciliğine genel bakış ve rastgele orman yönteminin incelenmesi: sağlık alanında bir uygulama*. Yüksek lisans tezi, Ankara üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Alias, R., Kasa, A., & Taha, M. R. (2015). Artificial neural networks approach for predicting the stability of cantilever RC retaining walls. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(10), 26005-26014.
- Arama, ZA, Karakaş, S., Nuray, SE, Alten, O., Akın, MS., & Gençdal, HB (2021). Düşük plastisiteli killi zeminlerin kıvam özelliklerinin tahmininde rastgele orman yöntemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 21 (3), 668-680, Afyon
- Chen, H., Asteris, PG, Jahed Armaghani, D., Gordan, B., & Pham, BT (2019). İstinat duvarını dinamik koşullarının değerlendirilmesi: iki hibrit akıllı model geliştirilmesi. *Uygulamalı Bilimler* , 9 (6), 1042.
- Çakır,Z., (2021). *Makine öğrenmesi yöntemleriyle müşteri kayıp analizi*. Yüksek lisans tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kütahya
- Das, B. M., 1999. *Shallow Foundations: Bearing Capacity and Settlement*, CRC Press,
- Das, B., M., 2016b. *Principles of Foundation Engineering*, Eighth Edition, Cengage Learning, 869 S.
- Kalemci, E.N. (2021). *Betonarme konsol dayanma duvarı tasarımında güncel optimizasyon algoritmalarının kullanılması*. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Karşlıoğlu, A., Mert, AA & Onur, M. İ. (2021). Zemin özelliklerinin belirlenmesinde Yeni Trendler. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* , (28), 998-1007.
- Kurnaz, T. F., Dagdeviren, U., Yildiz, M., & Ozkan, O. (2016). Prediction of compressibility parameters of the soils using artificial neural network. *SpringerPlus*, 5(1), 1-11.

- Öztürk, T. (2014). Geosentetik takviyeli istinat duvarlarının deprem deformasyonlarının belirlenmesinde yapay sinir ağları yaklaşımı. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering* , 2 (1), 1-9.
- Puri, N., Prasad, H. D., Jain, A. (2018). Prediction of geotechnical parameters using machine learning techniques. *Procedia Computer Science*, 125, 509-517.
- Samui, P., Hoang, N. D., Nhu, V. H., Nguyen, M. L., Ngo, P. T. T., & Bui, D. T. (2019). A new approach of hybrid bee colony optimized neural computing to estimate the soil compression coefficient for a housing construction project. *Applied Sciences*, 9(22), 4912.
- Sulewska, M. J. (2017). Applying artificial neural networks for analysis of geotechnical problems. *Computer Assisted Methods in Engineering and Science*, 18(4), 231-241.
- Türk Standartları Enstitüsü Ankara, 1990. Zemin Dayanma Yapıları; Sınıflandırma, Özellikleri ve Projelendirme Esasları p.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. 18 Mart 2018 Tarih ve 30364 Sayılı Resmi Gazete. 2018.
- Türköz, M. (2007). *Yüksek plastisiteli killerin şişme potansiyelinin direkt deneylerle belirlenmesi ve karşılaştırmalı analiz*. Doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
- Uray, E , Çıtırık, B . (2021). Modifiye yapay arı kolonisi algoritması ile konsol dayanma duvarının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018' e göre optimum tasarımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi , Ejosat Special Issue 2021 (HORA)*, 61-67.
- Uray, E.(2020). *Dayanma yapılarının sezgisel yöntemler kullanılarak optimum tasarımı*. Doktora Tezi.Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

URL1: <https://veribilimcisi.com/2017/07/14/mse-rmse-mae-mape-metrikleri-nedir/>.

Erişim tarihi: 10.08.2022

URL2:<https://9lib.net/article/ortalama-mutlak-y%C3%BCzde-hata-mean-absolute-percentage-error.zgwd0lr7#:~:text=Ortalama%20mutlak%20y%C3%BCzde%20hata%2C%2>

[Omodelin,hesaplamak%20i%C3%.A7in%20denklem%203.3.%20kullan%C4%B1lmaktad%C4%B1r.](#) Erişim tarihi: 10.08.2022

URL3: https://scikit-learn.org/stable/modules/model_evaluation.html#max-error Erişim tarihi:10.08.2022

URL4:https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/62029/mod_resource/content/0/4.%20hafta.pdf Erişim tarihi:10.08.2022

Uzuner, B., A., (2014). *Temel Zemin Mekaniği*, Derya Kitabevi, Trabzon, 677 S.

Yıldırım, S., (2002), *Zemin incelemesi ve temel tasarımı*, Birsen yayınevi, p.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Büşra Nur ÇITIRIK

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2020,KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Fakültesi, İnşaat mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi : -, KTO Karatay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mühendislik ve Doğa Fakültesi, İnşaat Mühendiliği Bölümü Tezli Yüksek Lisans

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri : Uray, E , Çıtırık, B . (2021). Modifiye Yapay Arı Kolonisi Algoritması ile Konsol Dayanma Duvarının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018' e Göre Optimum Tasarımı. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Ejosat Special Issue 2021 (HORA) , 61-67

İŞ DENEYİMİ

Stajlar : 2018, Stajyer, Tepekent Mimarlık

2019, Stajyer, Abdullah Üçeş Mühendislik Mimarlık

2019, Stajyer, Bozkır Müheaahit

Projeler :

Çalıştığı Kurumlar :2Y Yapıdenetim

MKS Prefabrik Üretim Tesisi

Tarih: 25 Ağustos 2022



KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Bilim Dalı

DİNAMİK YÜKLEMEMEYE MARUZ KONSOL DAYANMA DUVARI
STABİLİTESİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE
ARAŞTIRILMASI

Büşra Nur ÇİTİRİK

Yüksek Lisans Tezi

KONYA
Ağustos 2022

DİNAMİK YÜKLEMEMEYE MARUZ KONSOL DAYANMA DUVARI
STABİLİTESİNİN MAKİNE ÖĞRENMESİ ALGORİTMALARI İLE
ARAŞTIRILMASI

Büşra Nur ÇİTİRİK

2022



KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisan Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Bilim Dalı
Yüksek Lisans

Dinamik Yüklelemeye Maruz Konsol Dayanma Duvarı Stabilesinin
Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile Araştırılması
201300056

Büşra Nur ÇİTİRİK
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esra URAY
Referans Numarası:



KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisan Anabilim Dalı
İnşaat Mühendisliği Bilim Dalı
Yüksek Lisans

Dinamik Yüklelemeye Maruz Konsol Dayanma Duvarı Stabilesinin Makine
Öğrenmesi Algoritmaları ile Araştırılması
201300056

Büşra Nur ÇİTİRİK
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Esra URAY
Referans Numarası: