

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEKLİSANS TEZİ

**YAKIN KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİ (NIRS)
TEKNİĞİNİN BİYOKÖMÜR (BIOCHAR) UYGULANAN TOPRAKLARIN
BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANIM
OLANAKLARI**

Betül ALDEMİR

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME BÖLÜMÜ ANABİLİM DALI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
2.1. Spektroskopi.....	2
2.2. NIRS (Near Infrared Reflectans Spectroscopy).....	2
2.3. NIRS' in Toprak Özelliklerini Belirlemede Kullanımı.....	4
2.4. NIRS Kullanımının Avantajları.....	4
2.5. Biyokömür' ün Tanımı.....	5
2.5.1. Biyokömür' ün üretilmesinde kullanılan materyaller.....	6
2.5.2. Tarımda biyokömür uygulamalarının etkileri.....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	8
3.1. Materyal.....	8
3.1.1. Çalışmada kullanılacak materyaller.....	8
3.1.1.1. Toprak materyalleri.....	8
3.1.1.2. NIRS' in özellikleri.....	8
3.2. Yöntem.....	9
3.2.1. İnkübasyon çalışmasının hazırlanması.....	9
3.2.2. Toprak örneklerinin analize hazır hale getirilmesi.....	10
3.2.3. NIRS (görülebilir yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi) analizinin yapılması.....	13
3.2.4. Bu çalışmada yapılan toprak analizleri ve ölçümleri.....	15
3.2.4.1. Kireç analizi.....	15
3.2.4.2. Organik madde analizi.....	16
3.2.4.3. Katyon değişim kapasitesi (KDK) analizi.....	17
3.2.4.4. pH analizi.....	18
3.2.4.5. Elektriksel iletkenlik (EC) analizi.....	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	19
4.1. Araştırma Alanına Ait Toprak Örneklerinin Özellikleri ve Analiz Sonuçları.....	19
4.2. Spektral Yansımaların Elde Edilmesi.....	21
4.2.1. Tuzlu topraklar (öğütülmüş ve elenmiş).....	22
4.2.1.1. Tuzlu öğütülmüş toprak örneklerinin yansıma grafikleri.....	22
4.2.1.1.1. Biyokömür materyalleri (FDK,MK,PS,TS,ZP) ve kontrol örneklerinin bireysel yansıma grafikleri.....	22
4.2.1.1.2. Biyokömür materyal (FDK-MK-PS-TS-ZP) örneklerinin tümü için doz yansıma grafikleri.....	26
4.2.1.2. Tuzlu elenmiş toprak örneklerinin yansıma grafikleri.....	29
4.2.1.2.1. Biyokömür materyalleri (FDK,MK,PS,TS,ZP) ve kontrol örneklerinin bireysel yansıma grafikleri.....	29
4.2.1.2.2. Biyokömür materyal (FDK-MK-PS-TS-ZP) örneklerinin tümü için doz yansıma grafikler.....	33
4.2.1.3. Tuzlu öğütülmüş, kontrol ve tuzlu elenmiş, kontrol topraklarının yansıma grafikleri.....	36
4.2.2. Tuzsuz topraklar (öğütülmüş-elenmiş).....	38
4.2.2.1. Tuzsuz öğütülmüş toprak örneklerinin yansıma grafikleri.....	38

4.2.2.1.1. Biyokömür materyalleri (FDK,MK,PS,TS,ZP) ve kontrol örneklerinin bireysel yansıma grafikleri.....	38
4.2.2.1.2. Biyokömür materyal (FDK-MK-PS-TS-ZP) örneklerinin tümü için doz yansıma grafikleri.....	42
4.2.2.2. Tuzsuz elenmiş toprak örneklerinin yansıma grafikleri.....	45
4.2.2.2.1. Biyokömür materyalleri (FDK,MK,PS,TS,ZP) ve kontrol örneklerinin bireysel yansıma grafikleri.....	45
4.2.2.2.2. Biyokömür materyal (FDK-MK-PS-TS-ZP) örneklerinin tümü için doz yansıma grafikleri.....	48
4.2.2.3. Tuzsuz öğütülmüş, kontrol ve tuzsuz elenmiş, kontrol topraklarının yansıma grafikleri.....	51
4.3. Biyokömür Uygulanmış Topraklarda (Elenmiş-Öğütülmüş) Bazı Toprak Özelliklerinin NIRS Tekniği Kullanılarak Elde Edilmiş Tahmin Sonuçları.....	53
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	56
5.1. Sonuçlar.....	56
5.2. Öneriler.....	58
KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	62



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAKIN KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİ (NIRS) TEKNİĞİNİN BİYOKÖMÜR (BIOCHAR) UYGULANAN TOPRAKLARIN BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANIM OLANAKLARI

Betül ALDEMİR

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Salih AYDEMİR
Yıl: 2016, Sayfa: 62

Bu çalışma, biyokömür – NIRS (Yakın Kızılötesi Spektroskopisi) ilişkisi ile ilgili olarak literatür taramasında bilimsel bir çalışmaya rastlanmamış olmasından hareketle dikkate alınmıştır. Yapılan çalışmanın, yeni araştırmalara kaynak olarak fayda sağlayacak nitelikte olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma, toprak biliminde biyokömür uygulamalarının toprak özelliklerine olan etkisinin NIRS tekniği kullanılarak tahmin edilebilmesini ve tekniğin uygulanmasında en uygun yöntemin ortaya konulmasını amaçlamaktadır. Yapılan çalışmada, karbonizasyon işlemi sonrasında biyokömüre dönüştürülmüş olan tütün sapı (TS), pamuk sapı (PS), zeytin posası (ZP), mısır koçanı (MK) ve fıstığın dış kabuğu (FDK) gibi materyallerin tuzlu ve tuzsuz topraklarla farklı dozlarda karıştırılması ile yapılmış olan bir inkübasyon çalışmasının 90.gün örnekleri kullanılmıştır. Toprak örnekleri kurutulup, elendikten sonra öğütülmüş ve elenmiş topraklar olarak gruplandırılarak NIRS tekniği ile yansımaların elde edilme işlemi gerçekleştirilmiştir. Biyokömür ilave edilmiş toprakların organik madde (OM), kireç, katyon değişim kapasitesi (KDK), pH ve elektriksel iletkenlik (EC) gibi özelliklerinin toprak yansımaları üzerine etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonuçları, NIRS tekniğinin olumlu yönde etkisi ve kullanılabilirliği tuzlu topraklarda tuzsuz topraklara oranla daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Sonuçlar, tekniğin uygulanmasında öğütülmüş örneklerin kullanılmasının daha etkili olduğunu göstermiştir. Elde edilen istatistiksel tahmin sonuçları incelendiğinde ise tuzlu öğütülmüş topraklarda en yüksek tahmin değeri görülen özelliğin OM olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; biyokömürle yapılan NIRS tekniği çalışmalarında tuzlu ve öğütülmüş topraklarla çalışılmasının özellikle OM miktarının hızlı ve çabuk tahmin edilmesinde daha etkin olduğu söylenebilir.

ANAHTAR KELİMELELER: Yakın kızılötesi spektroskopisi (NIRS), biyokömür (biochar), tuzlu toprak.

ABSTRACT

MSc Thesis

UTILIZATION OF NEAR INFRARED SPECTROSCOPY (NIRS) TECHNIQUE TO DETERMINE SOME CHEMICAL PROPERTIES OF THE BIOCHAR APPLIED SOILS

Betül ALDEMİR

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

**Supervisor: Prof. Dr. Salih AYDEMİR
Year: 2016, Page: 62**

This study has been taken into a consideration regarding the biochar - NIRS (Near Infrared Spectroscopy) relationship, because of lacking of any scientific study in the literature. It is believed that this study should be a source to the further studies. The aim of this study is to estimate the effect of biochar applications on soil properties in soil science, using NIRS technique as well as put forward the most convenient method to apply the technique. The 90th day samples of an incubation work have been used in this study by mixing materials which have been converted to biochar by using carbonization method, such as tobacco stem (TS), cotton stalks (CS), olive pulp (OP), corn cobs (CC) and pistachio shells (PS) with saline and non-saline soils at different doses. After soil samples were dried and sieved, the soil samples grouped as sieved and grinded as well as the reflections were obtained by using NIRS technique. The reflection effects of properties of biochar mixed soils such as organic matter (OM), lime, cation exchange capacity (CEC), pH, and electrical conductivity (EC) were determined. The results of the study indicated that NIRS technique can be used much more properly in saline soils than non-saline soils. The results demonstrated that the grinded samples are more effective in applying the technique. As the obtained statistical estimation results have been evaluated, it has been determined that the higher estimated values were OM in saline grinded soils. As a result; It can be declared that the study performed with NIRS technique along with biochar is more effective when the saline and grinded soils studied, especially for the estimation of OM amount easily and quickly.

KEY WORDS: NIRS, biochar, saline soil.

TEŞEKKÜR

Tez yazım aşamasında edindiğim bilgiler ile birlikte daha etkili ve kaliteli veriler sunmamda bana destek veren ve engin bilgileriyle farklı bir bakış açısı kazanmamda etkili olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Salih AYDEMİR 'e saygılarımı sunarım. Ayrıca tez yazım ve düzenleme süresince her an yanımda olan kıymetli hocam Doç. Dr. Ali Volkan BİLGİLİ 'ye, motivasyonumu sağlamam konusunda etkisi büyük olan değerli hocam Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU' ya ve tezimin son aşamasında bana zaman ayırdıkları, desteklerini esirgemedikleri için saygıdeğer hocalarım D.Ü. Öğretim Üyesi Prof. Dr. M. Ufuk ALUÇLU' ya ve D.Ü. Öğretim Görevlisi İbrahim TUNİK' e teşekkürlerimi bir borç bilirim. Laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından ve göstermiş oldukları sabırdan dolayı Osman ALTUN ve Ramazan SARI' ya, manevi olarak desteklerini esirgemeyen ablam Rukiye KARDAS' a, annem Ayten UYGUN' a, babam Şehmus UYGUN' a ve her an yanımda olan sevgisini hissettiren gerektiğinde eksiklerimi tamamlayan sevgili eşim Nurettin ALDEMİR' e sonsuz şükranlarımı sunarım. Yapılan çalışmalara maddi olarak katkıda bulunan HÜBAK' a teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Toprak materyaline gelen ışığın yansıma mekanizması.....	2
Şekil 2.2. NIRS ile laboratuvar ortamında ölçüm işlemi.....	3
Şekil 2.3. NIRS ile arazi ortamında ölçüm işlemi.....	3
Şekil 2.4. Biyokömür' ün görünümü.....	5
Şekil 2.5. Bazı farklı materyallerin biyokömür öncesi ve sonrası halleri.....	6
Şekil 3.1. İnkübasyon denemesinin 90.gününde alınan toprak örneklerinin kurutulması işlemi..	10
Şekil 3.2. Toprak örneklerinin 2mm' lik elekten geçirilmesi işlemi.....	11
Şekil 3.3. Öğütülmemiş (elenmiş) toprak.....	12
Şekil 3.4. Öğütülmüş (ezilmiş) - elenmiş toprak.....	12
Şekil 3.5. Laboratuvar ortamında NIRS ve dedektör mekanizması.....	13
Şekil 3.6. Toprak örneklerinin (doğrudan elenmiş ve öğütülmüş) ışık kaynağı ile kontrol işleminin gerçekleştirilmesi.....	14
Şekil 3.7. Işık kaynağının görünümü.....	14
Şekil 3.8. Beyaz (referans ve kalibrasyon) materyal.....	15
Şekil 3.9. Kireç analizinden görünüm.....	15
Şekil 3.10. Organik madde analizinden görünüm.....	16
Şekil 3.11. KDK analizinden görünüm (santrifüj ve çalkalayıcı).....	17
Şekil 3.12. pH ve EC ölçümleri.....	18
Şekil 4.1. Fıstığın dış kabuğu (FDK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	22
Şekil 4.2. Mısır koçanı (MK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	23
Şekil 4.3. Pamuk sapı (PS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	23
Şekil 4.4. Tütün sapı (TS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	24
Şekil 4.5. Zeytin posası (ZP) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	24
Şekil 4.6. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.2 doz grafiği.....	26
Şekil 4.7. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.4 doz grafiği.....	26
Şekil 4.8. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.6 doz grafiği.....	27
Şekil 4.9. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %1.2 doz grafiği.....	27
Şekil 4.10. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %2.4 doz grafiği.....	28
Şekil 4.11. Fıstığın dış kabuğu (FDK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	29
Şekil 4.12. Mısır koçanı (MK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	30
Şekil 4.13. Pamuk sapı (PS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	30
Şekil 4.14. Tütün sapı (TS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	31
Şekil 4.15. Zeytin posası (ZP) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	31
Şekil 4.16. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.2 doz grafiği.....	33
Şekil 4.17. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.4 doz grafiği.....	33
Şekil 4.18. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.6 doz grafiği.....	34
Şekil 4.19. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %1.2 doz grafiği.....	34
Şekil 4.20. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin % 2.4 doz grafiği.....	35
Şekil 4.21. Tuzlu öğütülmüş ve kontrol yansıma grafiği.....	36
Şekil 4.22. Tuzlu elenmiş ve kontrol yansıma grafiği.....	36
Şekil 4.23. Fıstığın dış kabuğu (FDK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	38
Şekil 4.24. Mısır koçanı (MK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	39
Şekil 4.25. Pamuk sapı (PS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	39
Şekil 4.26. Tütün sapı (TS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	40
Şekil 4.27. Zeytin posası (ZP) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	40
Şekil 4.28. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.2 doz grafiği.....	42
Şekil 4.29. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.4 doz grafiği.....	42
Şekil 4.30. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.6 doz grafiği.....	43
Şekil 4.31. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %1.2 doz grafiği.....	43
Şekil 4.32. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %2.4 doz grafiği.....	44
Şekil 4.33. Fıstığın dış kabuğu (FDK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği.....	45

Şekil 4.34. Mısır koçanı (MK) biyokömür materyalinin yansımaya grafiği.....	45
Şekil 4.35. Pamuk sapı (PS) biyokömür materyalinin yansımaya grafiği.....	46
Şekil 4.36. Tütün sapı (TS) biyokömür materyalinin yansımaya grafiği.....	46
Şekil 4.37. Zeytin posası (ZP) biyokömür materyalinin yansımaya grafiği.....	47
Şekil 4.38. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.2 doz grafiği.....	48
Şekil 4.39. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.4 doz grafiği.....	48
Şekil 4.40. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.6 doz grafiği.....	49
Şekil 4.41. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %1.2 doz grafiği.....	49
Şekil 4.42. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %2.4 doz grafiği.....	50
Şekil 4.43. Tuzsuz öğütölmüş ve kontrol yansımaya grafiği.....	51
Şekil 4.44. Tuzsuz elenmiş ve kontrol yansımaya grafiği.....	51



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 4.1. Tuzlu toprak uygulama ve kontrol örneklerinin ortalama analiz sonuçları.....	19
Çizelge 4.2. Tuzsuz toprak uygulama ve kontrol örneklerinin ortalama analiz sonuçları.....	20
Çizelge 4.3. 1100-2400nm dalga boylarından elde edilmiş yansıma değerlerinin farklı..... değişkenlerle olan istatistiksel ilişkisi.....	52
Çizelge 4.4. Elenmiş ve öğütülmüş toprakların istatistiksel tahmin sonuçları.....	53



SİMGELER DİZİNİ

cmol /kg	Santimol/Kilogram
EC	Elektriksel İletkenlik
KDK	Kasyon Değişim Kapasitesi
NIRS	Near Infrared Reflectans Spectroscopy
NPK	Azot Fosfor Potasyum
OM	Organik madde
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Negatif Logaritması
RMSEP	Modelin Hata Kareler Ortalamasının karekökü

Kısaltmalar

FDK	Fıstığın Dış Kabuğu
MK	Mısır Koçanı
PS	Pamuk Sapı
TS	Tütün Sapı
ZP	Zeytin Posası

1.GİRİŞ

Çalışmanın amacı; toprak biliminde Near İnfrared Reflectans Spectroscopy (NIRS) kullanımı ve biyokömür - NIRS ilişkisini incelemek ve elde edilecek olan verilerin bize ne yönde bir fayda sağlayacağı konusunda fikir vermesi açısından önemlidir. Yapılan araştırmada; NIRS'ın tanımı ve nasıl çalıştığı, biyokömürün ne olduğu, biyokömür uygulamaları – NIRS arasındaki ilişki incelenmektedir.

Biyokömür, yüksek miktarlarda organik karbon içeren çok uzun sürede çözünen, organik kaynaklı bir kömürdür (Boyacı ve Topal, 2008; OGM, 2009).

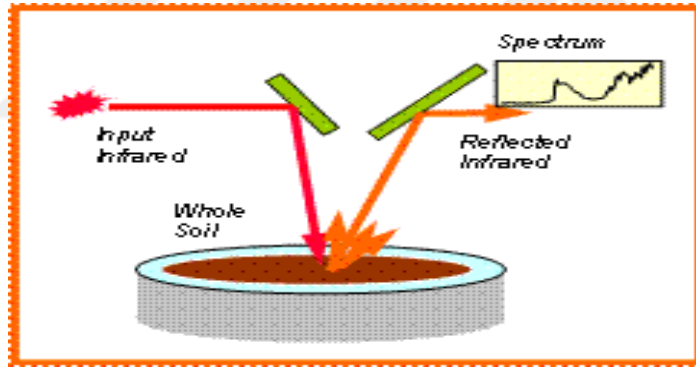
Özellikle GAP bölgesi içinde yoğun olarak üretimi yapılan ürünlerin biyokömüre dönüştürülen artıkları olan TS (tütün sapı), PS (pamuk sapı), ZP (zeytin posası), MK (mısır koçanı) ve FDK (fıstığın dış kabuğu) gibi materyalleri belirli oranlardaki topraklara uygulanmış ve inkübasyon ortamında bekletilmiştir. İnkübasyon sonrasında, biyokömür uygulanmış bu topraklar kurutulup, elendikten sonra toprakların bazı özellikleri (Organik madde, kireç, katyon değişim kapasitesi (KDK), pH ve elektriksel iletkenlik) rutin kimyasal yöntemlerle analiz edilmiştir. Bunun yanında aynı örnekler NIRS okumasıyla toprak yansımaları elde edilmiş ve bu sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmişlerdir.

Biyokömür – NIRS ilişkisi ile ilgili olarak literatür taramasında bilimsel araştırmaların pek yapılmadığı görülmektedir. Yapılan bu çalışmanın, bu konuda çalışacak olan araştırmacılara kaynak olarak fayda sağlayacak nitelikte olduğu düşünülmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Spektroskopi

Belirli bir dalga boyundaki materyalden salınan, herhangi bir enerji seviyesinden diğer bir seviyeye geçişleri sırasında yayılan yahut absorbe (emilen) edilen ışığın ölçülmesi ve yorumlanmasıdır. Birden fazla örneği minimum (kısa) bir zaman aralığında analiz ederek doğruluk seviyesi yüksek bilgilere erişme olanağı sunmaktadır. Doğrudan (direkt) örneğe fayda sağlayarak ve zarar vermeden uygulanabilir olması açısından önemli bir etkiye sahiptir (Pasquini, 2003). Şekil 2.1.'de göstermekte olduğumuz ışık kaynağından gelen ışığın toprak materyaline gelip, materyalden yansıyan ışığın spektroskopi yardımıyla ölçülmesi işlemi görülmektedir.



Şekil 2.1. Toprak materyaline gelen ışığın yansıma mekanizması

2.2. NIRS (Near Infrared Reflectans Spectroscopy)

NIRS tekniği, arazi ve laboratuvar koşullarında toprak ve diğer farklı çevresel değişkenleri ucuz ve kolay bir şekilde karakterize etmek için kullanılır. Hızlı, ekonomik kazanç sağlayan, kullanılan örneğin yapısını tahrip etmeyen, doğru ve etkili bir analiz yöntemidir. NIRS tekniğinin yoğun şekilde kullanıldığı alanlardan biri de tarımdır (Brown D.J., 2007). Bu teknik 1960'lı yıllarda ilk olarak Karl Norris tarafından ilerleme kaydetmiş bir tekniktir. Ve bu teknik yardımıyla gerçekleştirdiği

araştırma konusu "Toprak materyalindeki nem miktarının belirlenmesi" adlı çalışmadır (Boyacı ve Topal, 2008; OGM,2009).

NIRS kullanım yöntemleri

- Laboratuvar ortamında NIRS kullanımı (Şekil 2.2.).
- Arazi ortamında NIRS kullanımı (Şekil 2.3.).



Şekil 2.2. NIRS ile laboratuvar ortamında ölçüm işlemi



Şekil 2.3. NIRS ile arazi ortamında ölçüm işlemi

2.3. NIRS'in Toprak Özelliklerini Belirlemede Kullanımı

- Organik madde miktarı (Karbon)
- CaCO_3
- Kil miktarı
- Fe-Al oksitler
- Toprak su miktarı
- Toprak rengi
- P adsorpsiyon kapasitesi
- Ağır metaller
- Şişme büzülme potansiyeli
- Toprak biyolojik özellikleri
- pH
- İnfiltrasyon
- Katyon değişim kapasitesi
- Elektriksel iletkenlik

2.4. NIRS Kullanımının Avantajları

- Toprakların haritalanması
- Toprak ve çevresel değişkenlerin karakterize edilmesi
- Toprakların sınıflandırılması
- Bitki besin elementi tavsiyesi
- Tekrarlanabilir
- Hızlı
- Çoğu özelliklerin bir cihazla belirlenebilir olması.

2.5. Biyokömür' ün Tanımı

Organik maddenin az miktarda oksijenle veya hiç oksijen olmadan yanması sonucu oluşan, aktif hale getirilmiş karbon içeren bir toprak düzenleyicidir. Organik madde içerisindeki maddelerin yüksek ısı ve basınç altında, bir kısmı su buharı ve gaz halinde ortamdan uzaklaştırılırken geriye mikro gözenekli yapıda yoğun karbon içeren biyokömür veya siyah karbon dediğimiz karbon kalır. Biyokütleden (bitkisel ve hayvansal atıklar) elde edilen karbonca (C) zengin ince ve gözenekli materyallerdir (Lehmann ve ark., 2009).

Başka bir tanımda ise hayvan gübrelerinin ya da diğer organik atık materyallerinin yüksek sıcaklıkta ısıtılması ile elde edilen bir materyaller olarak tanımlanmıştır (Bracmort, 2009).



Şekil 2.4. Biyokömür'ün görünümü

Biyokömür' ün, toprak için etkisinin ve öneminin keşfedilmesi, Amazon ormanlarının terra preta (kara toprak) olarak bilinen topraklarından kaynaklandığı bilinmektedir. Araştırmacılar, terra preta toprağının normal toprağa göre nispeten 2,7 kata kadar çok fazla organik karbon içerdiğini keşfetmiştir. Dünyanın birçok bölgesinde, çiftçiler biyokömürün bu özelliğinden esinlenerek toprak düzenleyici olarak kullanmaktadırlar (Lehmann; 2007a, 2007b).

2.5.1. Biyokömür'ün üretilmesinde kullanılan materyaller

Biyokömür elde etmek maksadıyla (ceviz, fındık vb.) gibi sert kabuklular ve çeltiğin dış kabuğu gibi materyallerden yararlanılabilmektedir (Demirbaş ve ark., 2006). Araştırmacılar biyokömürün ağaç kabuğu, ürün kalıntıları (sap, saman v.b), yağ atıkları, organik atıklar (Yaman, 2004), ahır gübresi (kompostlanmamış ve kompostlanmış hali) ve farklı katı atıklardan da (Shinogi ve ark., 2002) elde edildiğini ifade etmişlerdir. Şekil 2.5.'de farklı materyallerden elde edilen biyokömürlere örnekler verilmiştir.



Şekil 2.5. Bazı farklı materyallerin biyokömür öncesi ve sonrası halleri

Farklı ürünlerden biyokömür elde etmek için kısa döngülü odunsu bitkiler söğüt (Volk ve ark., 2004), yoncalar, çimenler (e.g. *Miscanthus* spp.) (Brown, 2009) ve otsu bitkilerin (Kamm, 2004) elverişliliği incelenmiştir. Lehmann ve ark. (2006), yapmış oldukları çalışmada aynı zamanda biyokömür kaynakları içerisinde; yerfistiği kabuğu, kentsel atıklar ve orman atıklarının da kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Yapılan çalışmalar; Şekil 2.5.'de gösterildiği gibi farklı materyallerin biyokömür elde edilmesinde kullanılmış birçok materyali içine almasının yanı sıra daha birçok denenmemiş materyalin denenebileceği gerçeğini de bize göstermektedir.

2.5.2. Tarımda biyokömür uygulamalarının etkileri

Biyokömür uygulamaları, besin maddelerinin yıkanmasını engellemekte, kation değişim kapasitesini (KDK) arttırmakta (Liang ve ark. 2006), toprakta kullanılan biyokömürün özelliğine bağlı olarak pH'yı değiştirmekte, toprağın su tutma kapasitesini ve toprağın biyolojik aktivitesini artırmaktadır. Düşük yüzey akışı ya da besin elementlerince fakir olan topraklarda biyokömür uygulamasının fayda sağlanabileceği görüşü savunulmuştur (Aydemir ve ark., 2016).

Biyokömür uygulamaları neredeyse her toprak için iyileştirici özellik taşımaktadır (Igarashi, 1996). Bunun yanında düşük yağmur alan ve besin maddelerince fakir olan topraklarda sağladıkları iyileştirmeler daha ileri seviyede olmaktadır (Downie ve ark., 2008). Tropikal alanlarda yüksek oranda biyokömür ilavesi ile fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), çinko (Zn) ve bakır (Cu)'nun bitkilerce alım oranı artmıştır (Lehmann ve Rondon, 2006).

Glaser 1980, 2001 ve 2002 yılları süresince biyokömür uygulaması yapılmış çalışmaların çoğunu incelemiştir. Araştırmacı; farklı çeşitte bitki türleri üzerinde düşük biyokömür ilavesinin (0.5 t/ha^{-1}) etkisinin olumlu olduğunu belirtmiş buna karşın, daha yüksek oranlarda ki uygulamaların bitkilerin gelişimini engellediğini görmüştür. Sonraki çalışmalarda, tropikal amazon topraklarında ve Avusturalya'nın yarı-kurak topraklarında biyokömür uygulamaları yanında NPK gübre uygulamalarının ürünleri artırdığı tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada çalışma materyali olarak kullanılan GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) bölgesinde yaygın olarak kullanılan bazı ürünlerin hasat sonrası atıklarıdır. Bunlar; fıstığın dış kabuğu (FDK), mısır koçanı (MK), pamuk sapı (PS), tütün sapı (TS) ve zeytin posası (ZP)' dir. Çalışmada kullanılmak üzere bölgede yaygın olarak bulunan tuzsuz topraklar (ikizce serisi) ve tuzlu topraklar (Harran-II serisi) tercih edilmiştir. Ve NIRS tekniği biyokömür ilave edilmiş toprakların özelliklerinin (katyon değişim kapasitesi, EC, pH, organik madde ve kireç) spektra kullanarak belirlememiz açısından önemli olacaktır.

3.1.1. Çalışmada kullanılacak materyaller

3.1.1.1. Toprak materyalleri

Harran-II serisi (tuzlu) ve ikizce serisi (tuzsuz), etek arazilerin ana materyali koluviyal maddesinden oluşan düz ve düze yakın eğimli, orta derin, derin topraklardır. İkizce serisi topraklarının pH'sı 7.3-7.4 arasında KDK' ları ise 27-46 cmol_c/kg arasında değişmektedir. Yüzeyde % 1.1 olan organik madde içerikleri derinlere inildikçe azalmaktadır (Dinç ve ark., 1988).

3.1.1.2. NIRS' in özellikleri

NIRS, materyalin kimyasal özelliklerinin yanında, fiziksel yapısından da etkilenmektedir. NIRS toprağın organik maddesi, primer mineralleri, kil mineralleri, tuzlar ve zayıf kristal yapıdaki andik materyal içeriğinden etkilenmektedir (Brown ve ark., 2006). Parçacıkların büyüklüğü ve şekli, parçacıklar arasındaki boşluk ve parçacıkların dizilimleri de örnekten olan yansımayı etkilemektedir (Wetzel, 1983).

Bogrekci ve Lee (2006) ve Mouazen ve ark. (2006) ise yansıyan ışığın toprağın nem içeriğinden etkilendiğini ve karbon, azot ve diğer besin elementlerinin daha doğru belirlenebilmesini etkilediğini rapor etmişlerdir. Yakın kızılötesi bölgesinin en önemli avantajlarından birisi absorpsiyon değerlerinin komşu bölgelerden daha düşük olmasıdır bunun nedeni; yakın kızılötesi absorpsiyonu orta-kızılötesine göre 10-100 kat daha az olmasından kaynaklanmaktadır. Absorpsiyonların zayıf olmasının en önemli avantajı, kısa dalga boylu ışıklarda olduğu gibi seyreltmeye gereksinim duymadan direkt analiz edebilmesi veya UV/VIS ve orta-kızılötesi gibi geleneksel örnekleme tekniklerinde kullanılan absorbe edilmeyen matrisin dispersiyonuna gereksinim duyulmayacak olmasıdır. NIRS aleti, arazi ve laboratuvar koşullarında toprak ve diğer farklı çevresel değişkenleri ucuz ve kolay bir şekilde karakterize etmek için kullanılır. Ekonomik, hızlı, örneği tahrip etmeyen, doğru ve etkin bir analiz yöntemidir.

3.2. Yöntem

3.2.1. İnkübasyon çalışmasının hazırlanması

Çalışmada kullanılacak olan toprak örnekleri yukarıda bahsetmiş olduğumuz seriden ve 0-30 cm derinlikten alınan ve inkübasyon denemesinin 90.gün örnekleme zamanıdır. İnkübasyon çalışmasına dair özet bilgi aşağıda verilmiştir;

İnkübasyon çalışması belirli sıcaklık (25°C-26°C) ve nem (%65) ortamında gerçekleştirilen bir çalışma olmuştur. Kullanılmış olan pH 7 < bazik karakterli topraklar 0-30 cm derinlikten alınarak 2 mm' lik elekten geçirildikten sonra 1 litrelik her bir farklı saksı için 500 g toprak ile biyokömür materyalleri % 0.2, 0.4, 0.6, 1.2 ve 2.4 oranlarında olarak sırası ile 0, 5, 10, 15, 30 ve 40 g/kg toprak (her bir toprak örneği için) miktarlarında iyice karıştırıldıktan sonra saksılara doldurulmuştur. Kaplar yaklaşık tarla kapasitesi nem oranlarında 3 ay süreyle inkübasyona maruz bırakılmıştır. Çalışmada 2 toprak örneği (tuzlu ve tuzsuz) x 5 biyokömür materyali [FDK (fıstığın dış kabuğu), TS (tütün sapı), PS (pamuk sapı), ZP (zeytin posası), MK (mısır koçanı) 6 uygulama dozu (biyokömür oranı) x 3 (tekerrür) olmak üzere

toplamda 180 tane kap kullanılmıştır. Bu toprak ve biyokömür karışımları inkübasyondan 90.günde alınmıştır. Alınan örnekler çalışmamızda kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir.

3.2.2. Toprak örneklerinin analize hazır hale getirilmesi

Yukarıda belirtilen şekliyle başka bir çalışmada yapılmış olan bir inkübasyon çalışmasının 90. gününde alınan toprak örneklerinden 350 gr miktarlık kısmı alınarak bizim çalışmamızda kullanılmıştır. Alınan toprak örnekleri (Şekil 3.1.) açık havada kurutulduktan sonra elenmeye hazır hale getirilmiştir. Toprak örnekleri 2 mm' lik elekten geçirilerek elenen toprak örnekleri laboratuvar analizlerine hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.2.).



Şekil 3.1. İnkübasyon denemesinin 90. gününde alınan toprak örneklerinin kurutulması işlemi



Şekil 3.2. Toprak örneklerinin 2 mm 'lik elekten geçirilmesi işlemi

Kurutulan toprak örneklerinin doğrudan elenmiş olanları ile öğütülerek elenmiş olanları arasında renk değişimi farkı gözlenmiştir. Bu sebeple topraklar öğütülmüş ve doğrudan elenmiş olarak ayrı başlıklar altında NIRS analizi için kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Öğütülmemiş (elenmiş) toprak



Şekil 3.4. Öğütülmüş (ezilmiş) – elenmiş toprak

3.2.3. NIRS (Görülebilir yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi) analizinin yapılması

2 mm' lik elekten elenmiş ve öğütülmüş olan toprak materyalleri (tuzlu ve tuzsuz topraklar) laboratuvar ortamında NIRS ile spektral okuma yapılarak okuma işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Laboratuvar ortamında NIRS ve dedektör mekanizması

Yapılan araştırmada ilk olarak; toprak örnekleri cam kaplara konulmuştur. Cam kaba konulmuş olan toprak örnekleri ışık kaynağı üzerine yerleştirilerek kontrol işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemten sonra cam kaptaki toprak örneğinin yönünü ışık kaynağı üzerinde 90° çevirip kontrol işlemi tekrarlanmıştır. Araştırmada kullanılan beyaz materyal aleti, örnek alınmadan önce ışık kaynağı üzerine konularak kalibre (dengeleme) işlemi yapılmıştır.



Şekil 3.6. Toprak örneklerinin (doğrudan elenmiş ve öğütülmüş) ışık kaynağı ile kontrol işleminin gerçekleştirilmesi



Şekil 3.7. Işık kaynağının görünümü



Şekil 3.8. Beyaz (referans ve kalibrasyon) materyal

3.2.4. Bu çalışmada yapılan toprak analizleri ve ölçümleri

3.2.4.1. Kireç analizi (CaCO_3)

Nelson, 1982’de belirtildiği gibi kimyasal analizde kullanılmak üzere 22.5ml Hidroklorik asit (HCl) saf su ile 100 ml’ye tamamlandı ve 1 gr toprak örneği alındı. Kalsimetre ile kireç analizi işlemi gerçekleştirilmiştir oldu. Bu aşamalar Şekil 3.9’da gösterilmektedir.



Şekil 3.9. Kireç analizinden görünüm

3.2.4.2. Organik madde analizi

Analizi yapılacak toprak örneklerinin organik karbon miktarı, "Wackley – Black ıslak yakma metodu" ile tayin edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar, 1.72 katsayısı ile çarpılarak organik madde değerlerine çevrilmiştir (Şekil 3.10.). (Irmak 1954, Gülçur 1974, Chapman ve Pratt 1982).



Şekil 3.10. Organik madde analizinden görünüm

3.2.4.3. Katyon değişim kapasitesi (KDK) analizi

Kil taneleri üzerindeki negatif yüklerin dengelenebilmesi için gereken değişebilir katyonların miktarı, katyon değişim kapasitesi (KDK) olarak bilinir ve cmol/kg ile ifade edilir. Katyon değişimi, zeminlerin temel elektro-kimyasal özelliklerinden biridir ve özellikle killerin davranışı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Sodyum asetat ve Amonyum asetat çözeltileri ile iyon değiştirme esasına dayanan yöntem (Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazıyla tespit edilmiştir (Sumner, 1996).



Şekil 3.11. KDK analizinden görünüm (santrifüj ve çalkalayıcı)

3.2.4.4. pH analizi

1/2.5 oranında uygulanan bu işlemde her bir toprak örneği 10 gr tartılarak tüplere aktarılır ve her birine 25 ml saf su ilave edilir. Tüpler çalkalayıcı da 15dk çalkalandıktan sonra bir süre bekletilir. Toprak dibe çöker ve saf su yüzeyde kalır. En son aşama olarak pH ölçen başlığı tüplere daldırarak okuma işlemi yapılmıştır (Thomas, 1996).

3.2.4.5. Elektriksel iletkenlik (EC) analizi

1/2.5 oranında uygulanan bu işlemde her bir toprak örneği 10 gr tartılarak tüplere aktarılır ve her birine 25 ml saf su ilave edilir. Tüpler çalkalayıcı da 15dk çalkalandıktan sonra bir süre bekletilir. Toprak dibe çöker ve saf su yüzeyde kalır. En son aşama olarak EC ölçen başlığı tüplere daldırarak okumalar yapılmıştır (Thomas, 1996).



Şekil 3.12. pH ve EC ölçümleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma Alanına Ait Toprak Örneklerinin Özellikleri ve Analiz Sonuçları

İnkübasyon uygulamasından geçmiş toprak örneklerini (tuzlu-tuzsuz) önceden belirlediğimiz toprak analizleri işlemine tabi tutulmak üzere laboratuvar ortamında analize hazır hale getirildi. Organik madde, kireç, KDK, EC, pH analizleri yapıldı ve elde ettiğimiz her bir 3 tekerrürlü dozun ortalaması alınıp veriler belirlendi. Aşağıdaki tablolarda tuzlu ve tuzsuz toprak örneklerinin sonuçları verilmiştir (Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.1. Tuzlu toprak uygulama ve kontrol örneklerinin ortalama analiz sonuçları

	pH (1/2.5)	EC (ms/cm)	OM (%)	KİREÇ (%)	KDK (cmol _c /kg)
TZFDK02	7.97	8.46	0.71	34.24	36.23
TZFDK04	7.96	10.1	0.90	33.44	25.30
TZFDK06	7.99	10.11	0.72	33.72	27.61
TZFDK12	8.02	10.01	0.70	33.61	25.67
TZFDK24	8.03	10.04	0.61	33.68	27.43
TZMK02	7.91	10.26	0.77	32.95	39.16
TZMK04	7.85	10.57	0.81	33.54	33.65
TZMK06	7.81	10.12	0.75	33.33	34.23
TZMK12	7.72	10.5	0.71	33.37	33.22
TZMK24	7.70	10.6	0.85	33.99	31.72
TZPS02	7.90	10.05	0.81	33.44	33.03
TZPS04	7.90	10.1	0.89	33.11	35.90
TZPS06	7.87	10.02	1.05	33.91	30.97
TZPS12	7.88	9.93	1.43	34.05	26.90
TZPS24	7.66	9.95	1.74	33.37	27.01
TZTS02	8.01	9.75	0.91	31.95	30.26
TZTS04	7.99	9.76	0.90	34.13	39.35
TZTS06	7.97	9.78	1.03	33.56	31.71
TZTS12	7.94	9.90	1.11	33.61	32.75
TZTS24	7.87	9.87	1.35	33.68	37.35
TZZP02	8.034	9.60	0.78	34.06	33.37
TZZP04	8.02	9.93	0.82	33.85	38.95
TZZP06	7.98	9.85	0.95	33.44	30.02
TZZP12	7.98	9.74	1.05	32.81	29.33
TZZP24	7.96	9.73	1.39	32.95	30.65
KONTROL	7.87	9.92	0.85	33.45	25.50

TZFDK02: Tuzlu toprakta 0.2 dozundaki Fıstığın Dış Kabuğu (FDK) biyokömür materyali.

TZMK02: Tuzlu toprakta 0.2 dozundaki Mısır Koçanı (MK) biyokömür materyali.

TZPS02: Tuzlu toprakta 0.2 dozundaki Pamuk Sapı (PS) biyokömür materyali.

TZTS02: Tuzlu toprakta 0.2 dozundaki Tütün Sapı (TS) biyokömür materyali.

TZZP02: Tuzlu toprakta 0.2 dozundaki Zeytin Posası (ZP) biyokömür materyali.

Çizelge 4.2. Tuzsuz toprak uygulama ve kontrol örneklerinin ortalama analiz sonuçları

	pH (1/2.5)	EC (µs/cm)	OM (%)	KİREÇ (%)	KDK (cmol _c /kg)
FDK02	8.062	0.565	1.154	14.69	53.57
FDK04	8.027	0.531	1.210	14.38	55.33
FDK06	8.135	0.567	1.320	14.12	51.23
FDK12	8.087	0.589	1.240	14.38	50.87
FDK24	8.189	0.536	1.258	14.49	51.85
MK02	8.055	0.566	1.488	14.93	59.83
MK04	8.038	0.566	1.533	14.78	62.13
MK06	8.034	0.537	1.610	14.89	53.83
MK12	8.024	0.559	1.601	14.38	57.01
MK24	8.037	0.529	1.630	14.98	52.04
PS02	8.085	0.511	1.204	14.08	54.16
PS04	8.154	0.382	1.165	13.82	59.97
PS06	8.133	0.379	0.976	14.60	61.51
PS12	8.106	0.382	1.467	13.87	57.82
PS24	8.096	0.346	1.868	14.01	77.20
TS02	8.111	0.537	1.672	14.64	59.23
TS04	8.206	0.350	1.246	13.48	57.57
TS06	8.243	0.360	1.310	13.93	61.33
TS12	8.146	0.425	1.567	14.08	52.59
TS24	8.088	0.432	1.826	14.59	55.18
ZP02	8.037	0.562	1.623	14.15	64.25
ZP04	8.195	0.417	1.288	13.18	64.25
ZP06	8.269	0.349	1.221	13.98	58.32
ZP12	8.302	0.336	1.322	14.43	58.81
ZP24	8.233	0.419	1.511	14.08	58.79
KONTROL	8.047	0.521	1.891	14.85	49.51

4.2. Spektral Yansımaların Elde Edilmesi

İnkübasyon toprak örneklerinin yansıma grafiği, NIRS tekniği ile spektroskopi cihazıyla okunarak bu örneklerle ait ham yansımalar belirlenmiştir. Topraklar tuzlu öğütülmüş - tuzlu elenmiş ve tuzsuz öğütülmüş – tuzsuz elenmiş olarak belirlendiği için grafiklere ve yansımalara bu farklılık yansımıştır. Tuzlu topraklarda tuzluluk oranına bağlı olarak belirli noktalarda farklılık gözlenmiştir.

Toprak yansımalarının karakteristikleri aşağıda yazılmış olan bazı toprak özellikleri dikkate alınarak belirlenmiştir (Bowers ve Hanks, 1965).

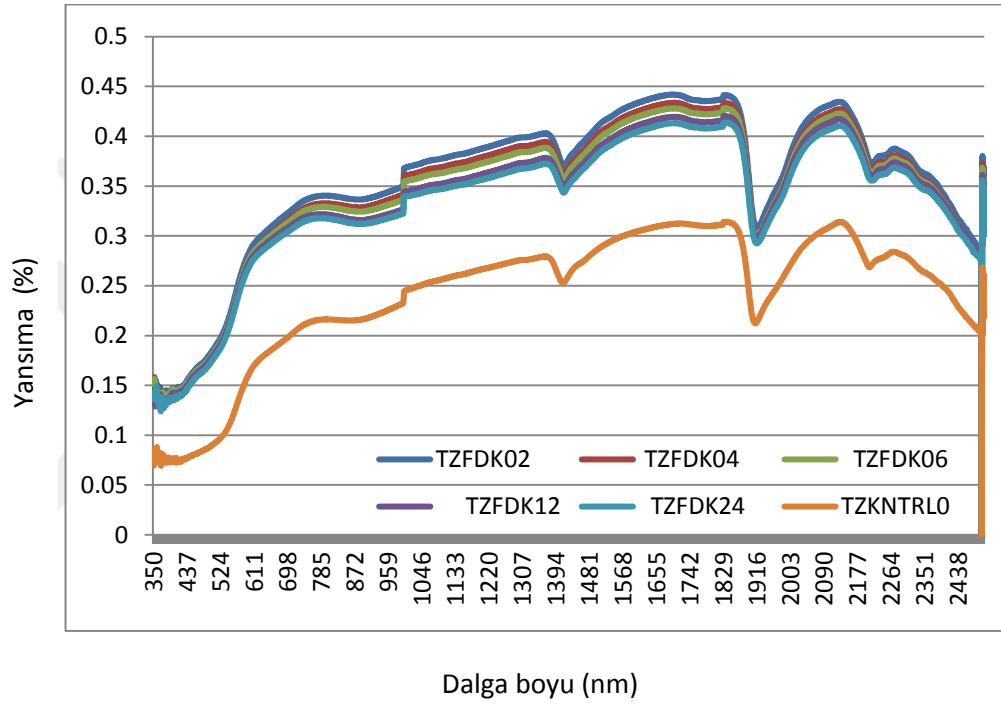
Bu özellikler;

- OM (Organik madde)
- Kireç
- pH
- KDK (Kasyon Değişim Kapasitesi)
- EC

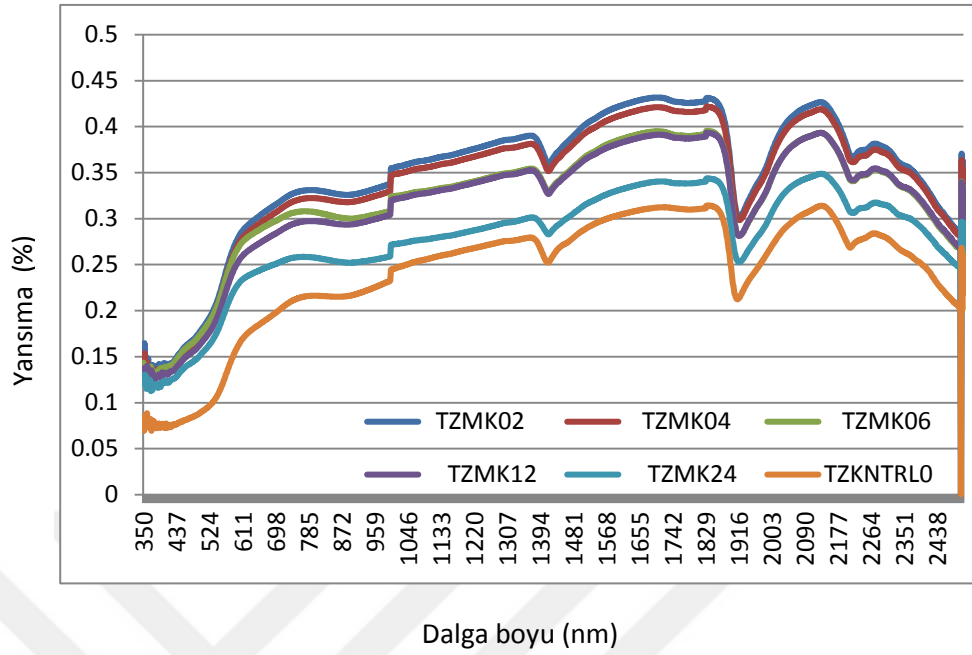
4.2.1. Tuzlu topraklar (öğütölmüş ve elenmiş)

4.2.1.1. Tuzlu öğütölmüş toprak örneklerinin yansıma grafikleri

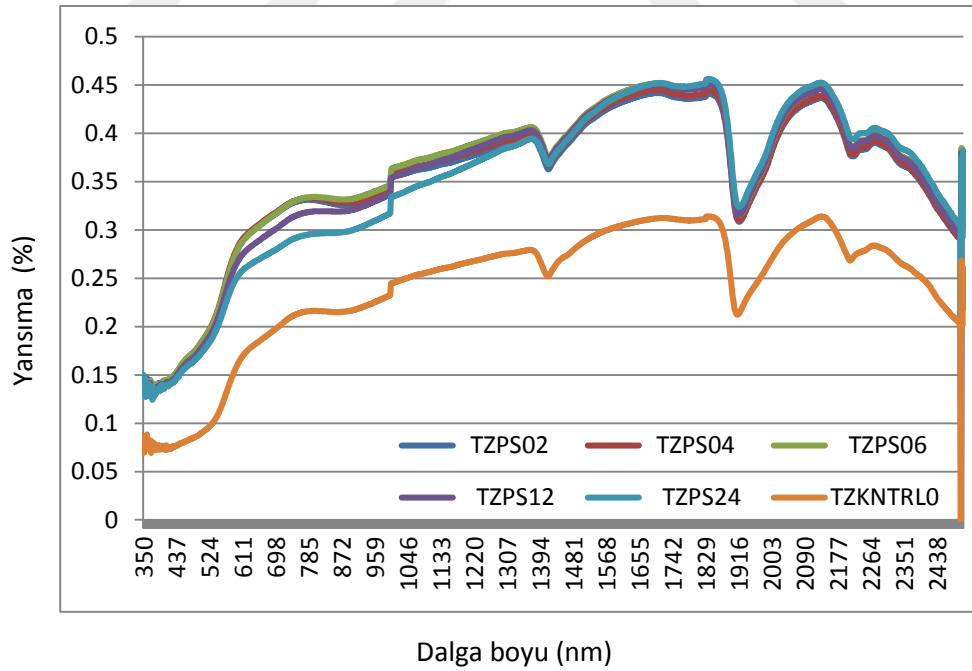
4.2.1.1.1. Biyokömür materyalleri (FDK, MK, PS, TS, ZP) ve kontrol örneklerinin bireysel yansıma grafikleri



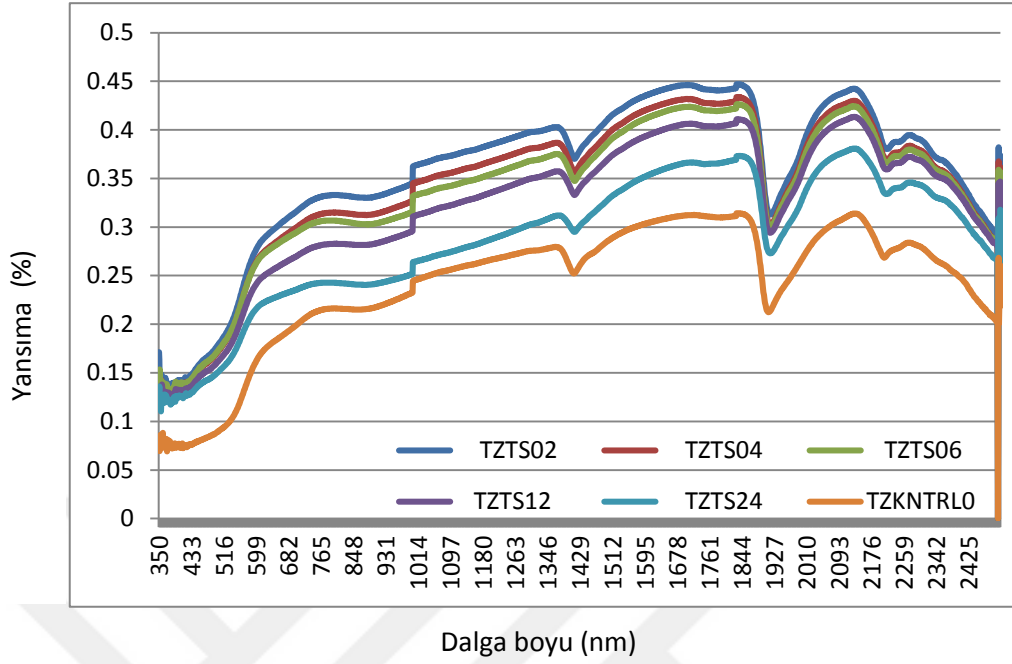
Şekil 4.1. Fıstığın Dış Kabuğu (FDK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



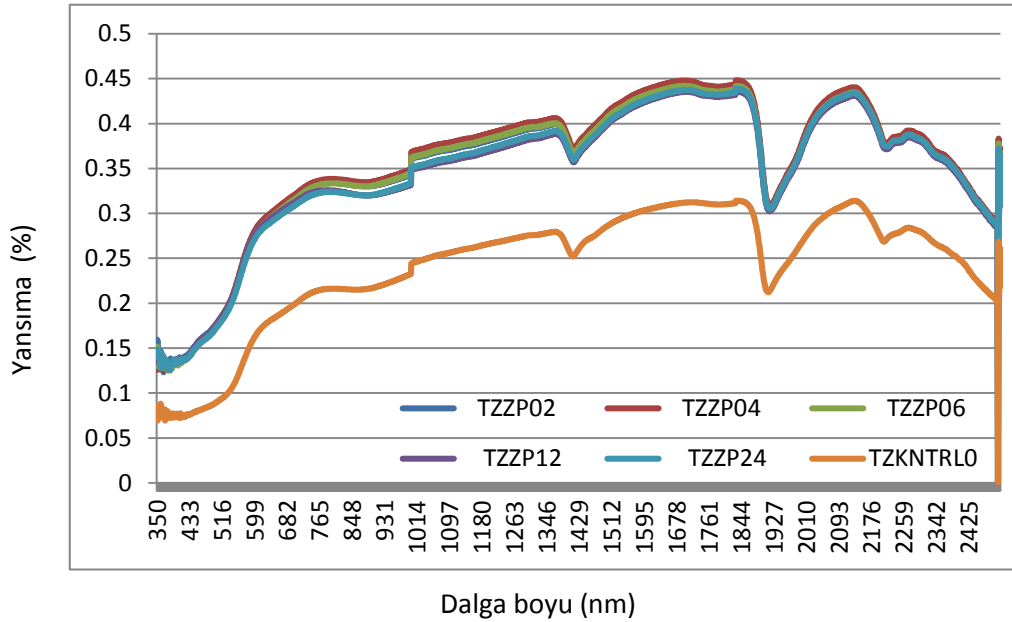
Şekil 4.2. Mısır Koçanı (MK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



Şekil 4.3. Pamuk Sapı (PS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



Şekil 4.4. Tütün Sapı (TS) biyokömür materyalinin yansımaya grafiği



Şekil 4.5. Zeytin Posası (ZP) biyokömür materyalinin yansımaya grafiği

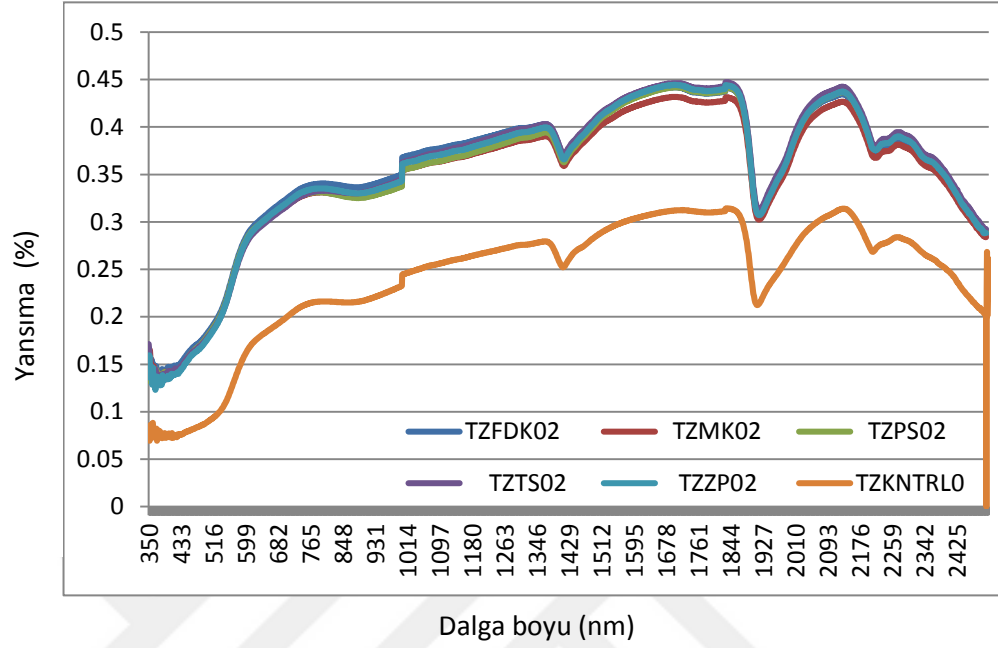
Tuzlu öğütölmüş topraklarda beş farklı biyokömür materyalinin (FDK, MK, PS, TS, ZP) uygulama dozlarına bağılı olarak ayrı ayrı yansıma grafikleri yukarıda gösterilmiştir (Şekil 4.1., Şekil 4.2., Şekil 4.3., Şekil 4.4. ve Şekil 4.5.). Grafikler incelendiğinde biyokömür uygulanmamış (%0 doz, kontrol) yansımaları ile uygulanmışlar (%0.2, %0.4, %0.6, %1.2 ve %2.4 dozları) arasında bir farkın olduğı görölmektedir. Oluşan bu yansıma farkı kontrol örneklerinde diğerklerine göre daha düşük değerkler olarak kendisini göstermektedir.

Şekil 4.1., Şekil 4.3. ve Şekil 4.5.'de biyokömür uygulamalarının tüm dozlarında kontrole göre birbirlerine yakın ve yüksek olarak belirlenmiştir. Bu yansıma değerkleri ile kontrol arasındaki en yüksek yansıma farkı %0.15 olarak görölmektedir.

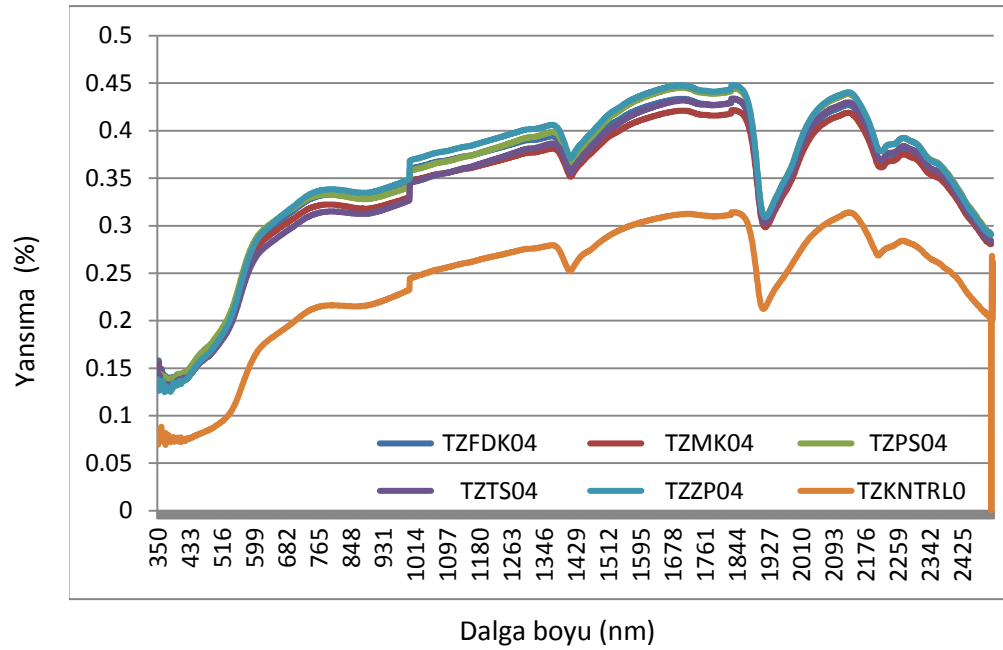
Şekil 4.2. ve Şekil 4.4.'de ki biyokömür uygulamalarında ise yansımaların, tüm dozlarda kontrole göre yüksek yansıma değerkleri aldığı fakat kendi içlerinde yüksek dozdan düşük doza doğru yansıma değerklerinin arttığı gözlenmiştir ve bu yansıma değerkleri ile kontrol arasındaki yansıma farkı en yüksek dozda en az, en düşük dozda ise en çok olarak görölmektedir.

Yukarıdaki tüm grafiklerde 1100-2400nm aralıklarında oluşın pikler toprak organik maddesi ile ilgili bize bilgi vermektedir. Bu aralıklar da 4 farklı pik oluşmuş bu piklerin belirgin olması demek bize organik madde miktarının fazla ve güçlü olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak; elde ettiğimiz bu veriler ışığında herhangi bir toprak örneğinin NIRS tekniğı kullanılarak organik madde konusunda fikir sahibi olunabileceğı görölmektedir.

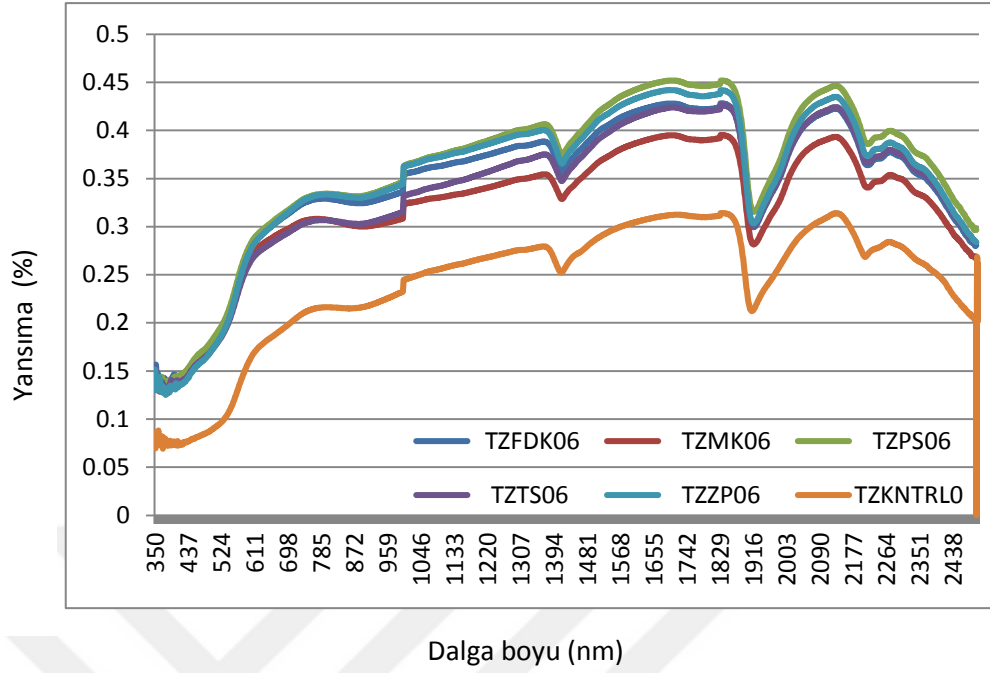
4.2.1.1.2. Biyokömür materyal (FDK-MK-PS-TS-ZP) örneklerinin tümü için doz yansıma grafikleri



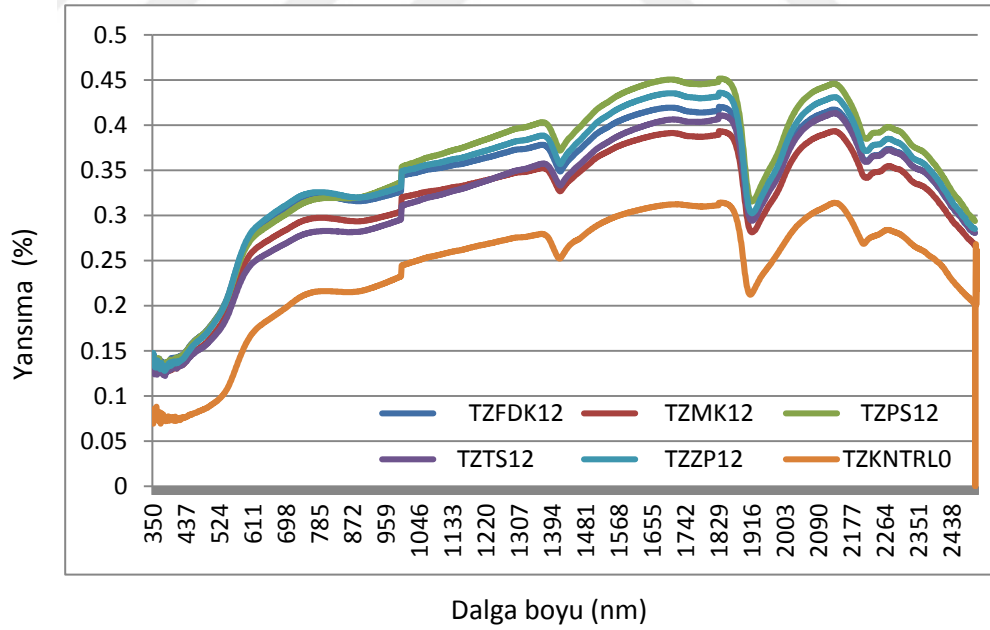
Şekil 4.6. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.2 doz grafiği



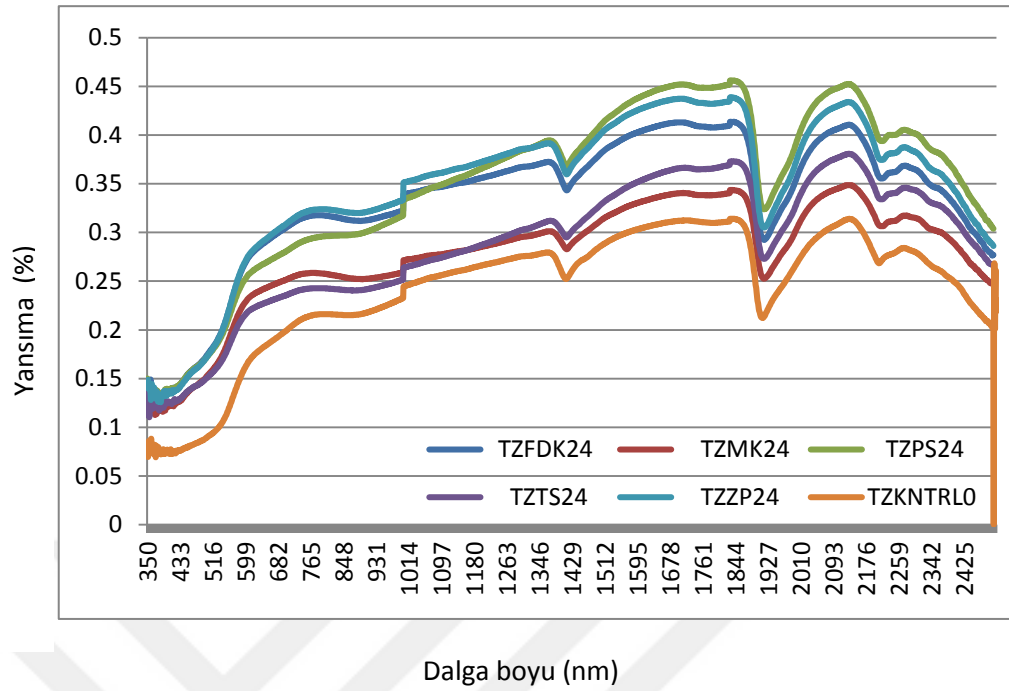
Şekil 4.7. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.4 doz grafiği



Şekil 4.8. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.6 doz grafiği



Şekil 4.9. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %1.2 doz grafiği



Şekil 4.10. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %2.4 doz grafiği

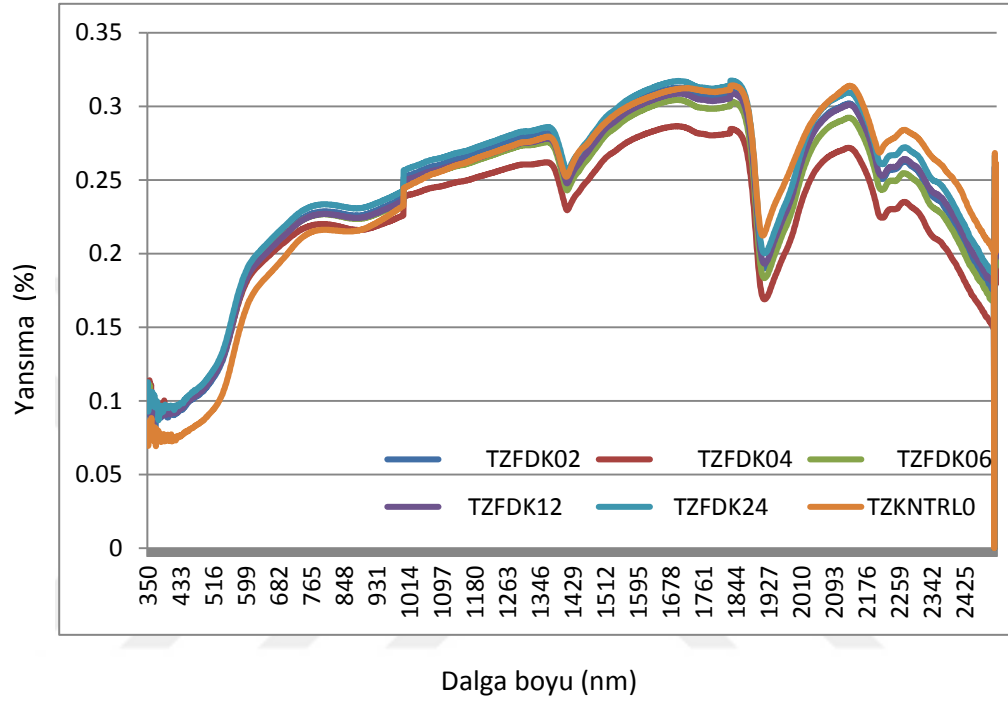
Tuzlu öğütülmüş topraklarda beş farklı biyokömür materyalinin (FDK, MK, PS, TS, ZP) aynı dozlardaki ayrı ayrı yansıma grafikleri yukarıda gösterilmiştir (Şekil 4.6., Şekil 4.7., Şekil 4.8., Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.). Grafikler incelendiğinde biyokömür uygulanmamış (%0 doz, kontrol) yansımaları ile uygulanmışlar arasında bir farkın olduğu görülmektedir. Oluşan bu yansıma farkı kontrol örneklerinde diğerlerine göre daha düşük değerler olarak kendini göstermektedir.

Şekil 4.6., Şekil 4.7., Şekil 4.8. ve Şekil 4.9'da ki grafiklerde kontrol ile birbirlerinden farklı materyaller arasındaki yansıma farkı fazladır. Şekil 4.10'da ise kontrol ile materyaller arasındaki fark azdır.

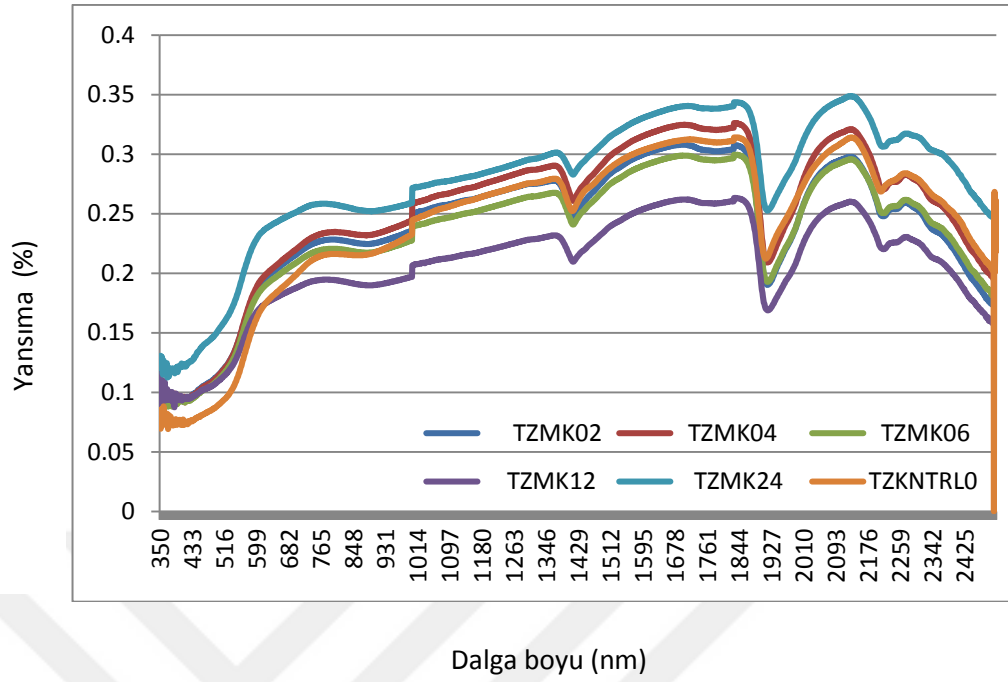
Yukarıdaki tüm grafiklerde 1100-2400nm aralıklarında oluşan pikler toprak organik maddesi ile ilgili bize bilgi vermektedir. Bu aralıklar da 4 farklı pik oluşmuş bu piklerin belirgin olması demek bize organik madde miktarının fazla ve güçlü olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak; elde ettiğimiz bu veriler ışığında herhangi bir toprak örneğinin NIRS tekniği kullanılarak organik madde konusunda fikir sahibi olunabileceği görülmektedir.

4.2.1.2. Tuzlu elenmiş toprak örneklerinin yansıma grafikleri

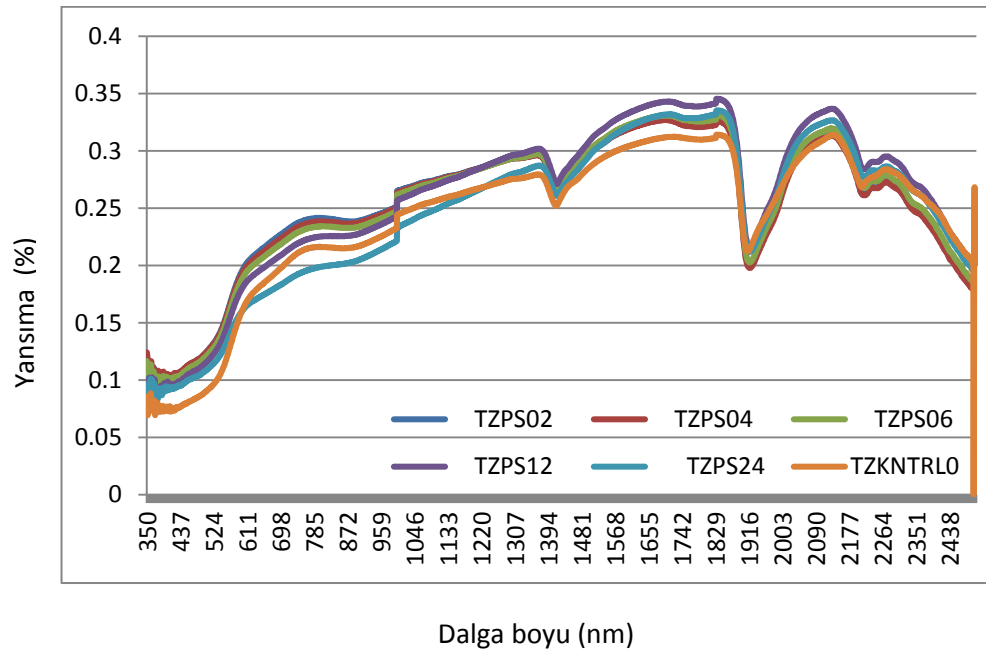
4.2.1.2.1. Biyokömür materyalleri (FDK, MK, PS, TS, ZP) ve kontrol örneklerinin bireysel yansıma grafikleri



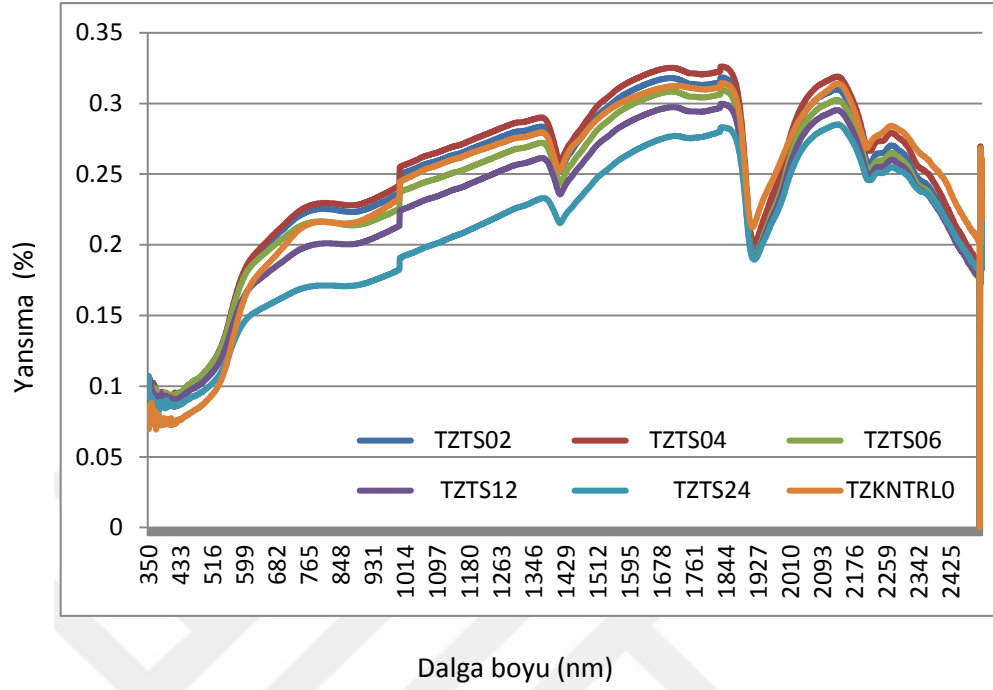
Şekil 4. 11. Fıstığın Dış Kabuğu (FDK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



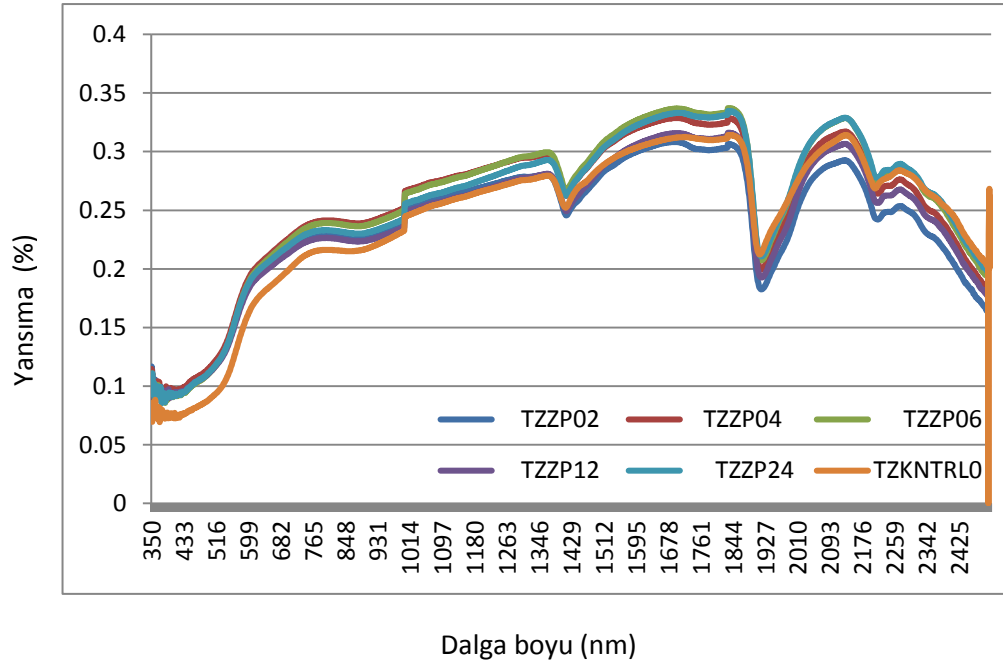
Şekil 4.12. Mısır Koçanı (MK) biyokömür materyalinin yansım grafiği



Şekil 4.13. Pamuk Sapı (PS) biyokömür materyalinin yansım grafiği



Şekil 4.14. Tütün Sapı (TS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



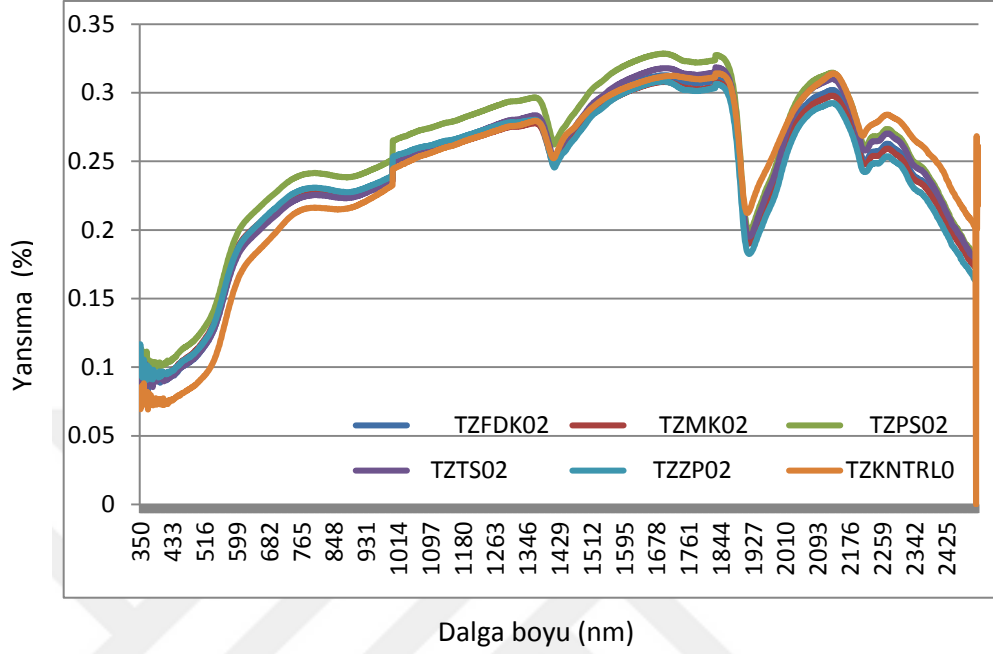
Şekil 4.15. Zeytin Posası (ZP) biyokömür materyalinin yansıma grafiği

Tuzlu elenmiş topraklarda beş farklı biyokömür materyalinin (FDK, MK, PS, TS, ZP) uygulama dozlarına bağlı olarak ayrı ayrı yansıma grafikleri yukarıda gösterilmiştir (Şekil 4.11., Şekil 4.12., Şekil 4.13., Şekil 4.14. ve Şekil 4.15.). Grafikler incelendiğinde biyokömür uygulanmamış (%0 doz, kontrol) yansımaları ile uygulanmışlar (%0.2, %0.4, %0.6, %1.2 ve %2.4 dozları) arasında bir farkın olduğu görülmektedir.

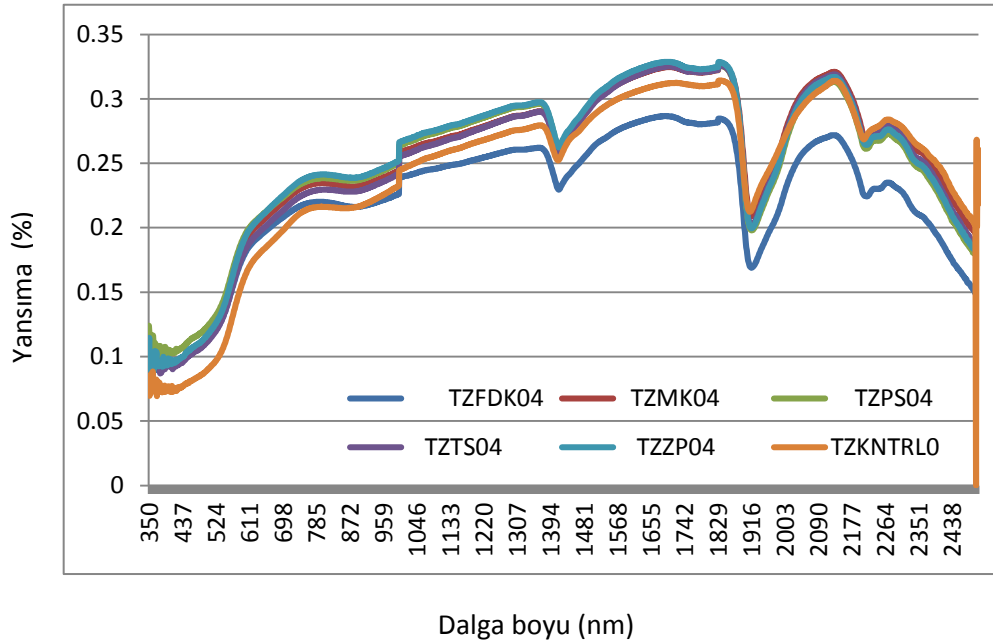
Şekil 4.11., Şekil 4.13. ve Şekil 4.15.'de kontrol ve diğer dozlar arasında yansıma farkı var ama birbirlerine çok yakın, Şekil 4.12. ve Şekil 4.14.'de ise dozlar arasında yansıma farkı var fakat diğer grafiklere göre biraz daha fazla görülmektedir.

Yukarıdaki tüm grafiklerde 1100-2400nm aralıklarında oluşan pikler toprak organik maddesi ile ilgili bize bilgi vermektedir. Bu aralıklar da 4 farklı pik oluşmuş bu piklerin belirgin olması organik madde miktarının fazla ve güçlü olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak; elde ettiğimiz bu veriler ışığında herhangi bir toprak örneğinin NIRS tekniği kullanılarak organik madde konusunda fikir sahibi olunabileceği görülmektedir.

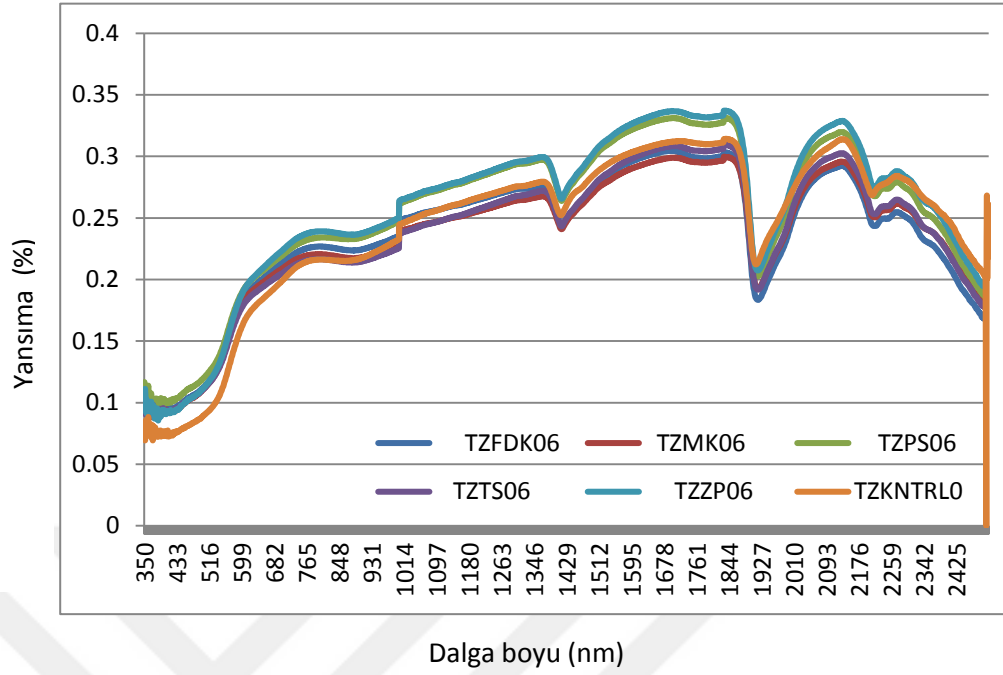
4.2.1.2.2. Biyokömür materyal (FDK-MK-PS-TS-ZP) örneklerinin tümü için doz yansımaları grafikleri



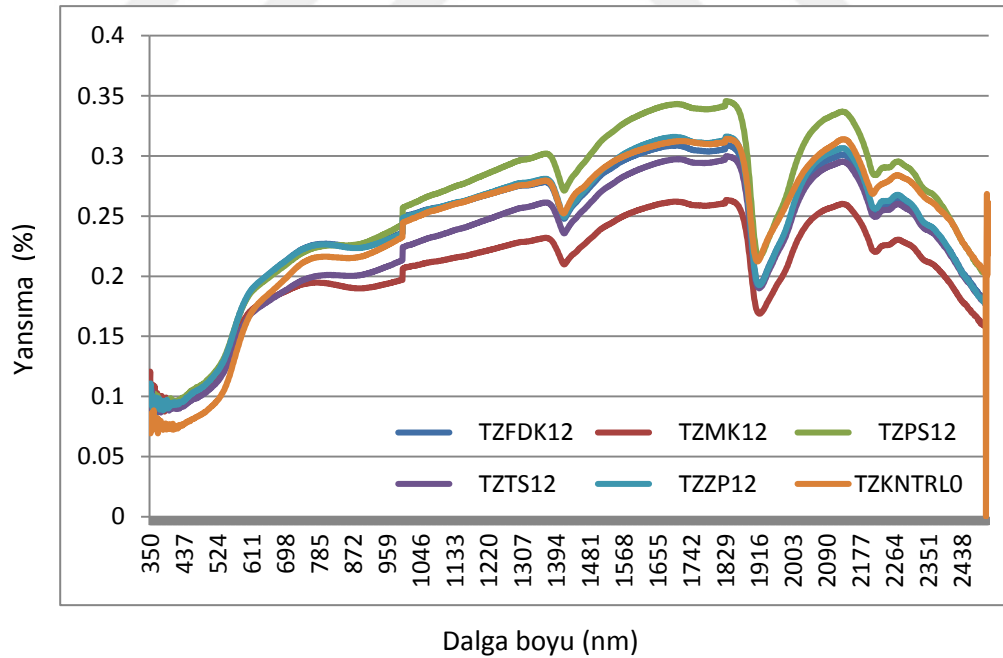
Şekil 4.16. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.2 doz grafiği



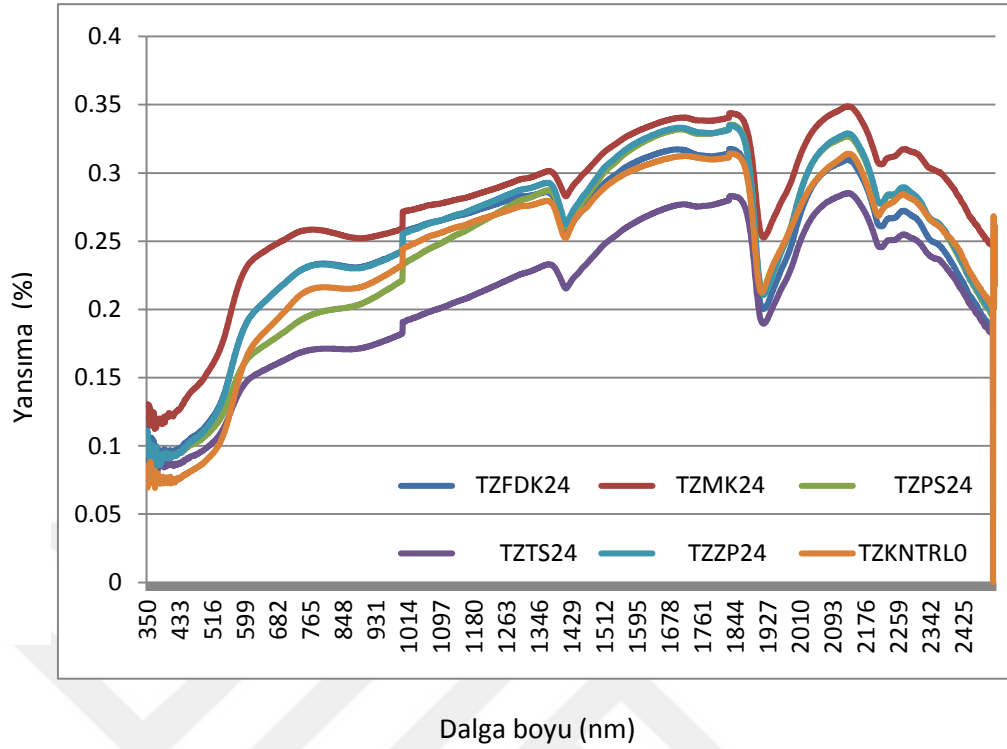
Şekil 4.17. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.4 doz grafiği



Şekil 4.18. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.6 doz grafiği



Şekil 4.19. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %1.2 doz grafiği

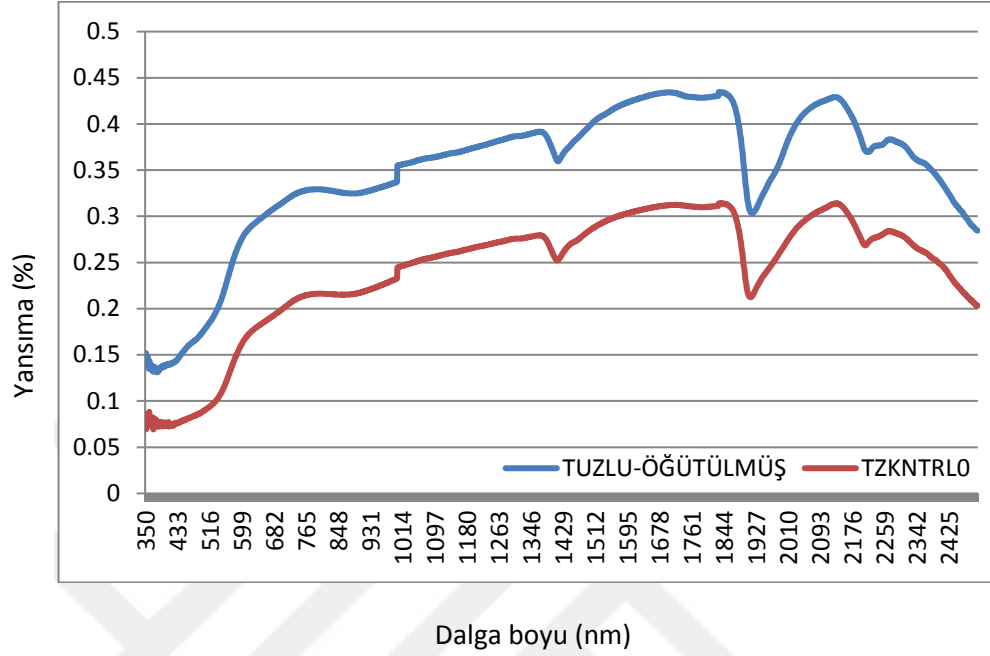


Şekil 4.20. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %2.4 doz grafiği

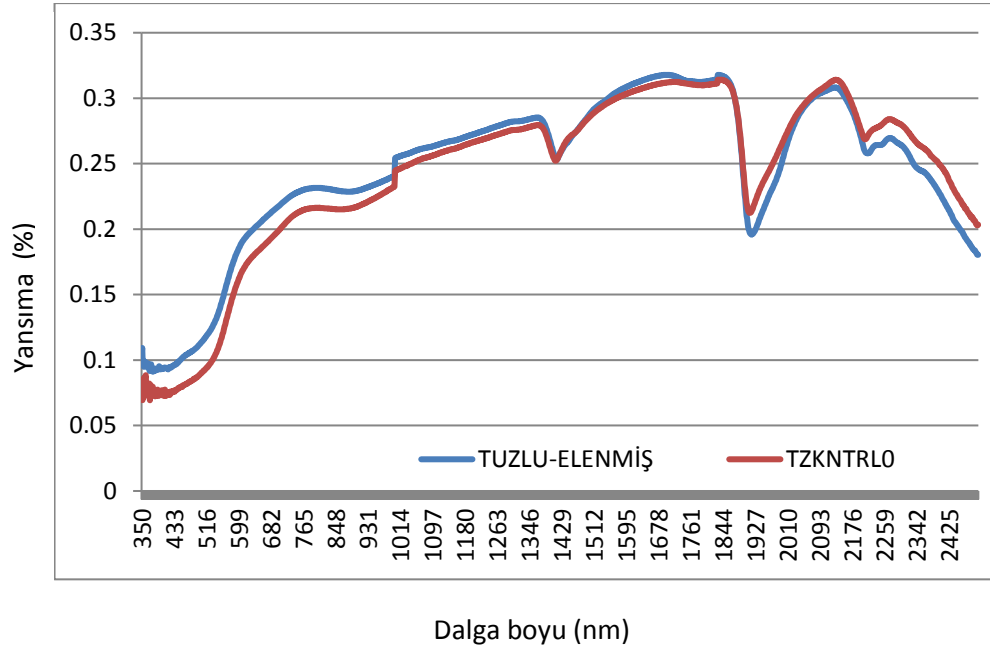
Tuzlu elenmiş topraklarda beş farklı biyokömür materyalinin (FDK, MK, PS, TS, ZP) aynı dozlardaki ayrı ayrı yansıma grafikleri yukarıda gösterilmiştir (Şekil 4.16., Şekil 4.17., Şekil 4.18., Şekil 4.19. ve Şekil 4.20.). Grafikler incelendiğinde biyokömür uygulanmamış (%0 doz, kontrol) yansımaları ile uygulanmışlar arasında bir farkın olduğu görülmektedir. Yansıma oranları materyallerin ve dozların farklılığından dolayı her bir grafikte değişiklik göstermiştir.

Yukarıdaki tüm grafiklerde 1100-2400nm aralıklarında oluşan pikler toprak organik maddesi ile ilgili bize bilgi vermektedir. Bu aralıklar da 4 farklı pik oluşmuş bu piklerin belirgin olması demek organik madde miktarının fazla ve güçlü olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak; elde ettiğimiz bu veriler ışığında herhangi bir toprak örneğinin NIRS tekniği kullanılarak organik madde konusunda fikir sahibi olunabileceği görülmektedir.

4.2.1.3. Tuzlu öğütölmüş, kontrol ve tuzlu elenmiş, kontrol topraklarının yansıma grafikleri



Şekil 4.21. Tuzlu öğütölmüş ve kontrol yansıma grafiğı



Şekil 4.22. Tuzlu elenmiş ve kontrol yansıma grafiğı

Şekil 4.21.'de tuzlu öğütülmüş toprağın yansima oranı, kontrol yansima oranına göre daha yüksek yansima oranına sahiptir.

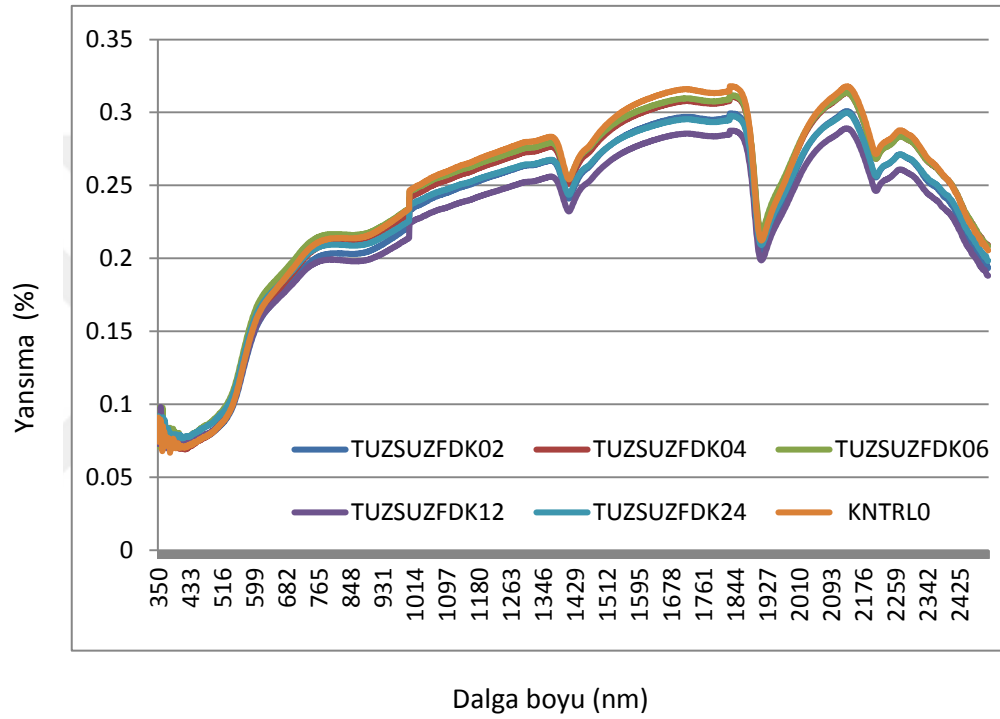
Şekil 4.22.'de tuzlu elenmiş toprağın yansima oranı kontrol ile birbirine çok yakın yansımalar olarak kendini göstermektedir. Fakat kontrol biraz daha yüksek yansima değeri göstermiştir.

Öğütülmüş ve elenmiş toprakların yansima grafiklerine baktığımızda öğütülmüş toprakların yansima oranı %0.45, elenmiş toprakların yansima oranı ise %0.32 oranında olduğu görülmektedir. Yansima oranının öğütülmüş topraklarda daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun öncelikli sebebi; toprakların öğütülme sonrasında oluşan yüzey alanındaki artışı ve buna bağlı olarak örnek yüzeyindeki porozite azlığının absorbanı azaltması olarak görülebilir.

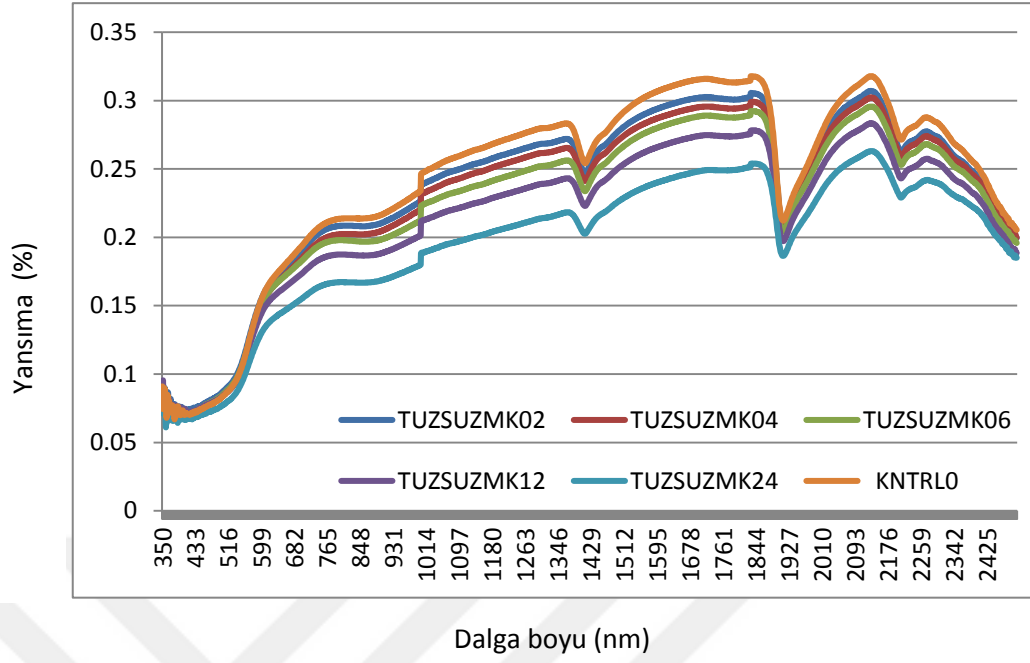
4.2.2. Tuzsuz topraklar (öğütülmüş ve elenmiş)

4.2.2.1. Tuzsuz öğütülmüş toprak örneklerinin yansıma grafikleri

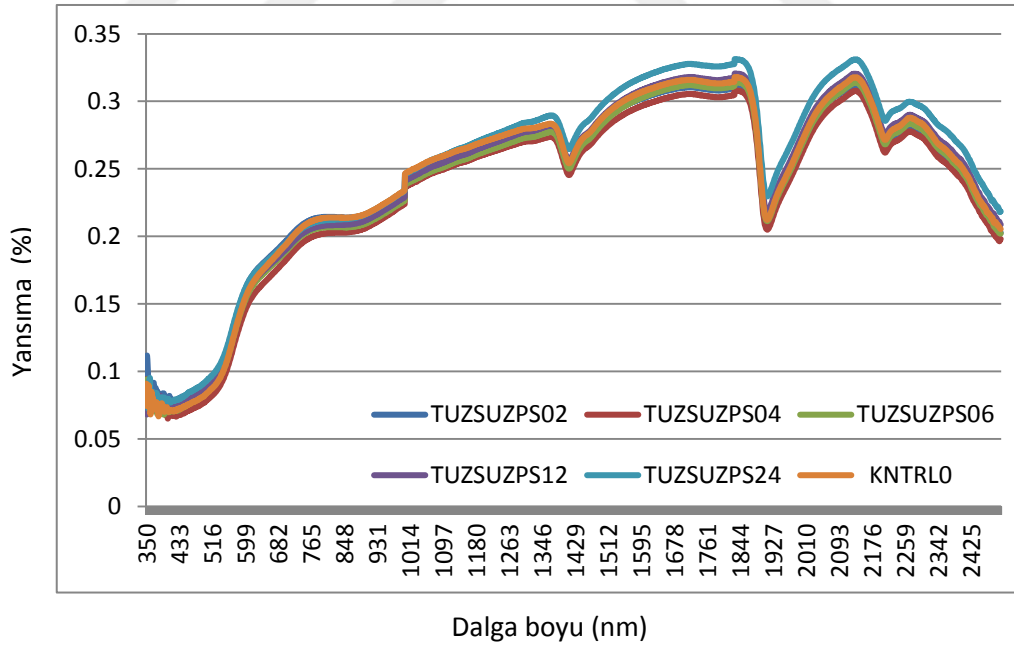
4.2.2.1.1. Biyokömür materyalleri (FDK, MK, PS, TS, ZP) ve kontrol örneklerinin bireysel yansıma grafikleri



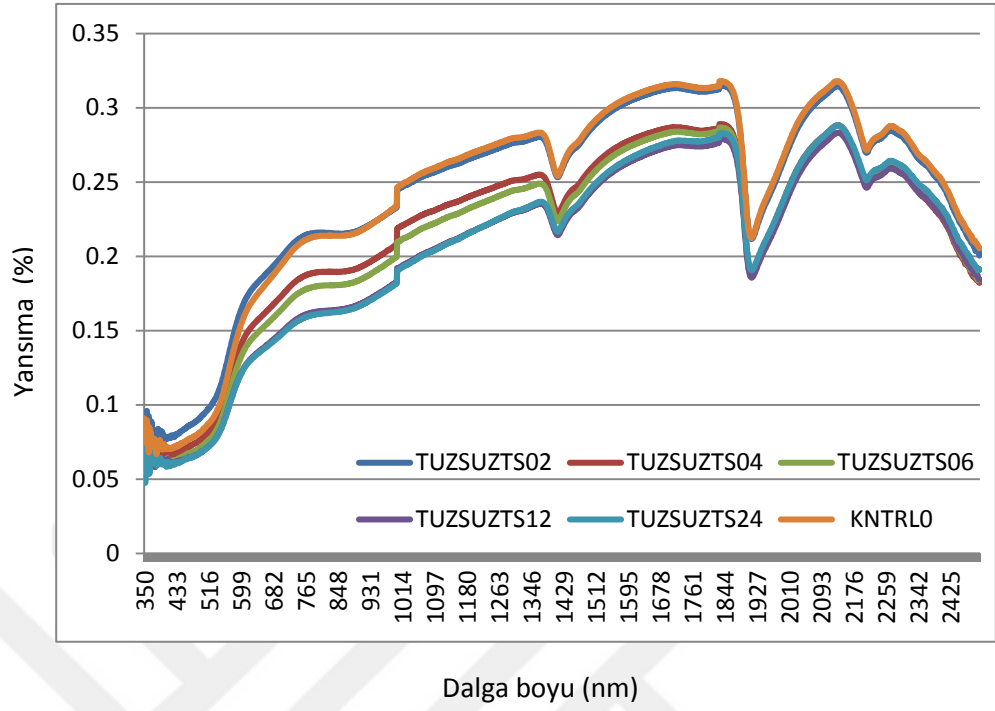
Şekil 4.23. Fıstığın Dış Kabuğu (FDK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



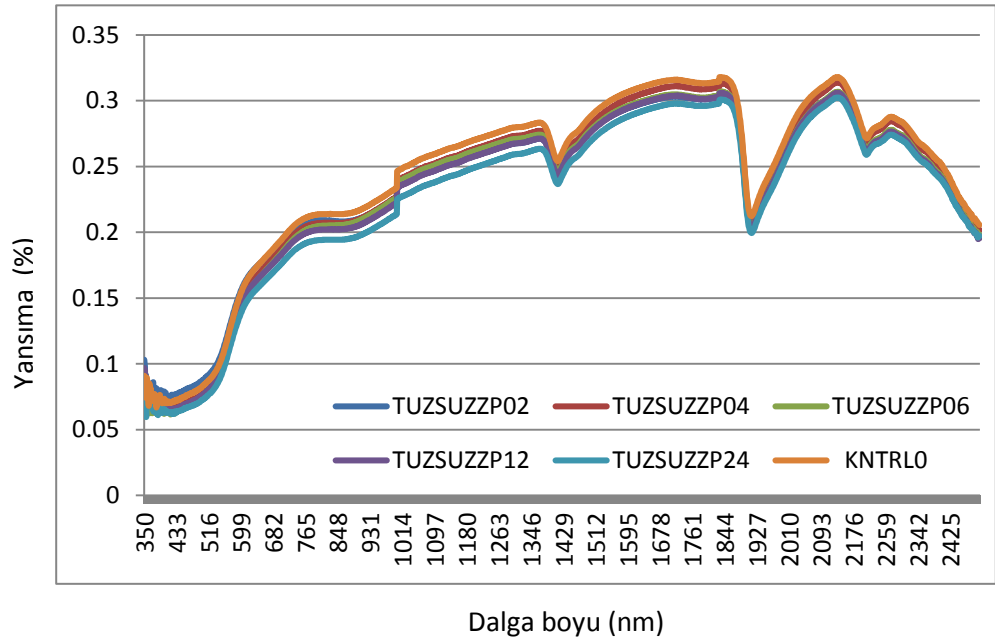
Şekil 4.24. Mısır Koçanı (MK) biyokömür materyalinin yansımaya grafiği



Şekil 4.25. Pamuk sapı (PS) biyokömür materyalinin yansımaya grafiği



Şekil 4.26. Tütün Sapı (TS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



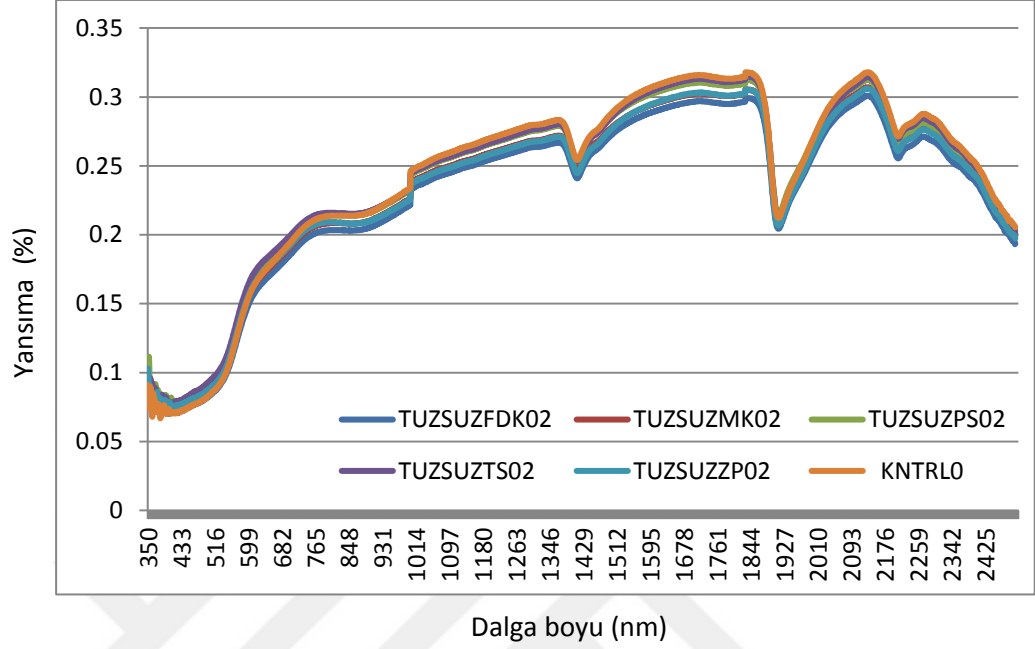
Şekil 4.27. Zeytin Posası (ZP) biyokömür materyalinin yansıma grafiği

Tuzsuz öğütölmüş topraklarda beş farklı biyokömür materyalinin (FDK, MK, PS, TS, ZP) uygulama dozlarına bağılı olarak ayrı ayrı yansıma grafikleri yukarıda gösterilmiştir (Şekil 4.23., Şekil 4.24., Şekil 4.25., Şekil 4.26. ve Şekil 4.27.). Grafikler incelendiğinde biyokömür uygulanmamış (%0 doz, kontrol) yansımaları ile uygulanmışlar (%0.2, %0.4, %0.6, %1.2 ve %2.4 dozları) arasında bir farkın olduğu görölmektedir. Oluşan bu yansıma farkı kontrol örneklerinde diğerlerine göre daha yüksek değerler olarak kendini göstermektedir.

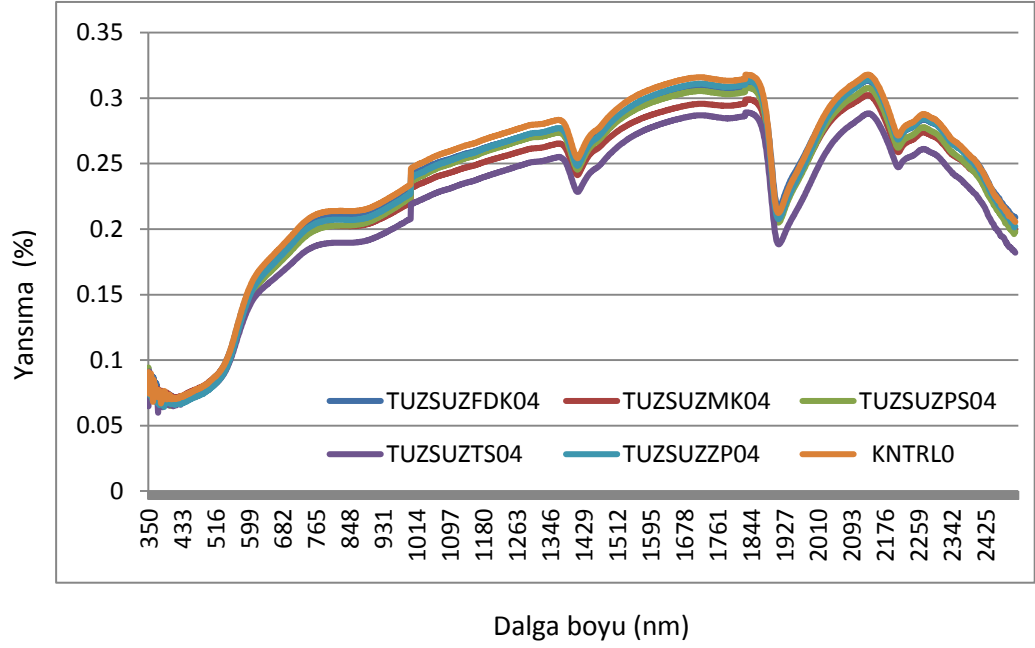
Şekil 4.23., Şekil 4.24., Şekil 4.26. ve Şekil 4.27.'nin tüm dozlarında yansıma değerleri kontrole göre birbirlerine yakın ve düşük olarak belirlenmiştir. Bu yansıma değerleri ile kontrol arasındaki yansıma farkı çok düşük görölmektedir. Şekil 4.25.'de ise kontrolün yansıma oranı diğer birkaç materyale göre düşük olduğu görölmektedir.

Yukarıdaki tüm grafiklerde 1100-2400nm aralıklarında oluşan pikler toprak organik maddesi ile ilgili bize bilgi vermektedir. Bu aralıklar da 4 farklı pik oluşmuş bu piklerin belirgin olması demek organik madde miktarının fazla ve güçlü olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak; elde ettiğimiz bu veriler ışığında herhangi bir toprak örneğinin NIRS tekniğı kullanılarak organik madde konusunda fikir sahibi olunabileceğı görölmektedir.

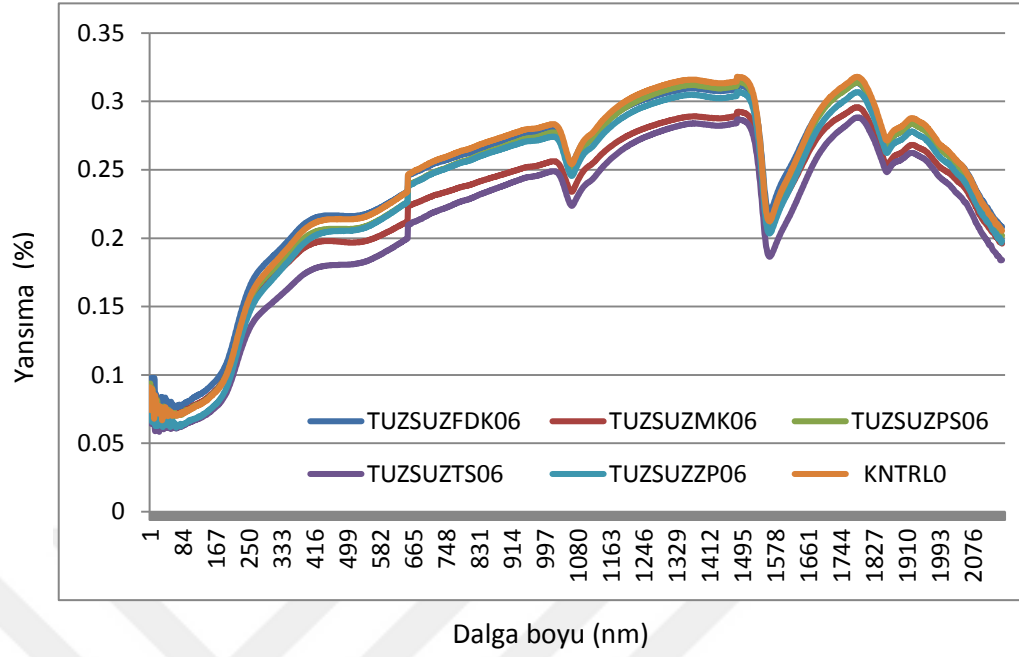
4.2.2.1.2. Biyokömür materyal (FDK-MK-PS-TS-ZP) örneklerinin tümü için doz yansıma grafikleri



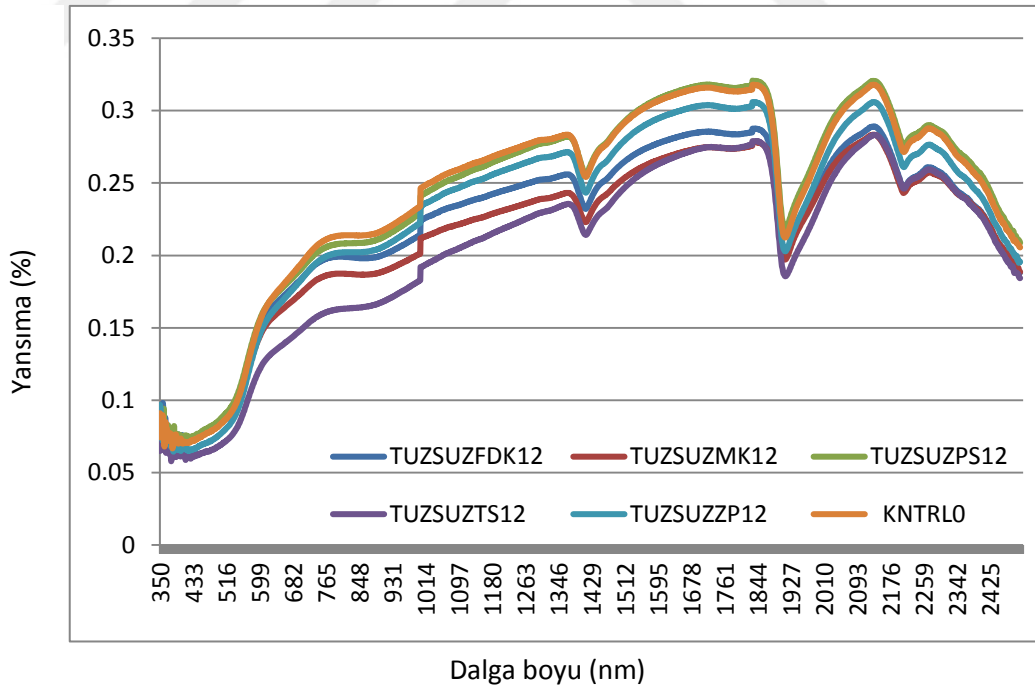
Şekil 4.28. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.2 doz grafiği



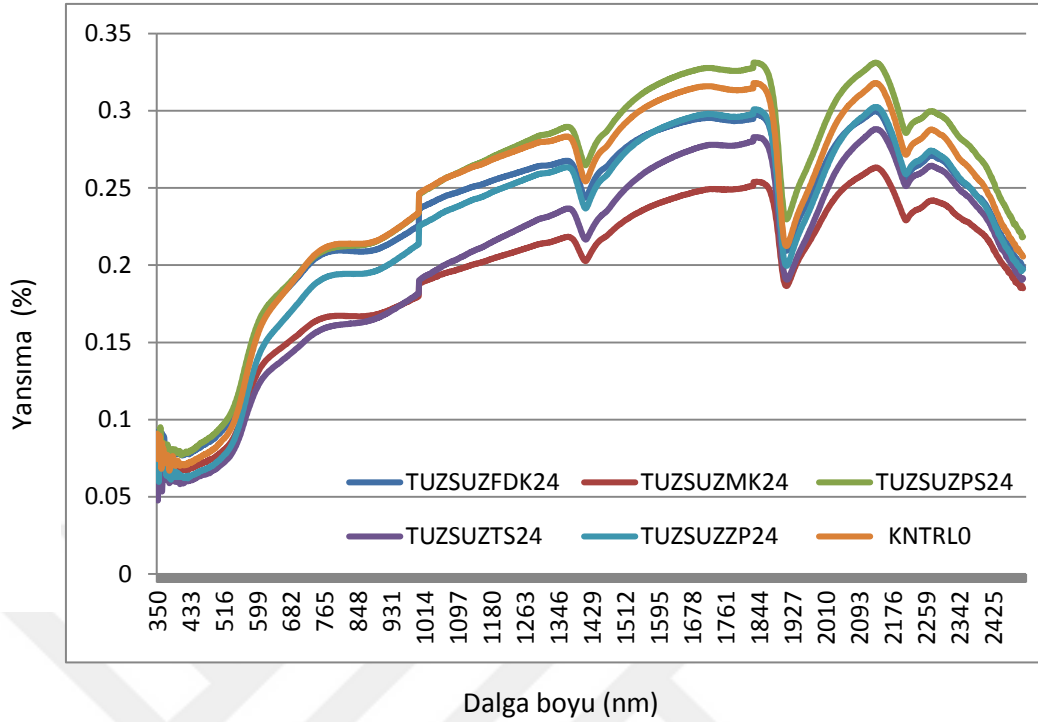
Şekil 4.29. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.4 doz grafiği



Şekil 4.30. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.6 doz grafiği



Şekil 4.31. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %1.2 doz grafiği



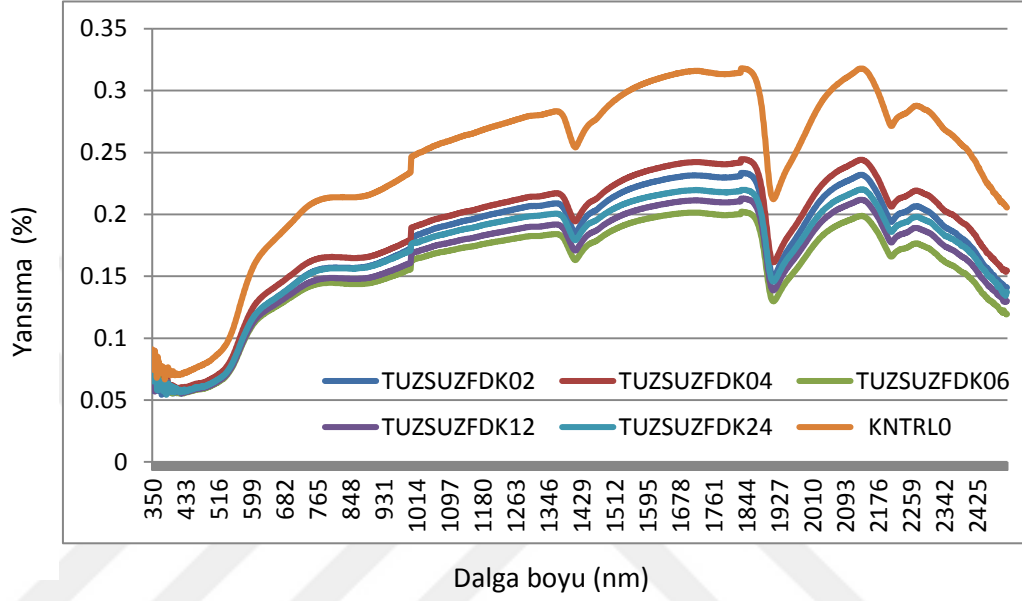
Şekil 4.32. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %2.4 doz grafiği

Tuzsuz öğütülmüş topraklarda beş farklı biyokömür materyalinin (FDK, MK, PS, TS, ZP) aynı dozlardaki ayrı ayrı yansıma grafikleri yukarıda gösterilmiştir (Şekil 4.28., Şekil 4.29., Şekil 4.30., Şekil 4.31. ve Şekil 4.32.). Grafikler incelendiğinde biyokömür uygulanmamış (%0 doz, kontrol) yansımaları ile uygulanmışlar arasında bir farkın olduğu görülmektedir. Kontrol tüm grafiklerde en yüksek yansıma değerini almıştır. Yansıma oranları materyallerin ve dozların farklılığından dolayı her bir grafikte değişiklik göstermiştir.

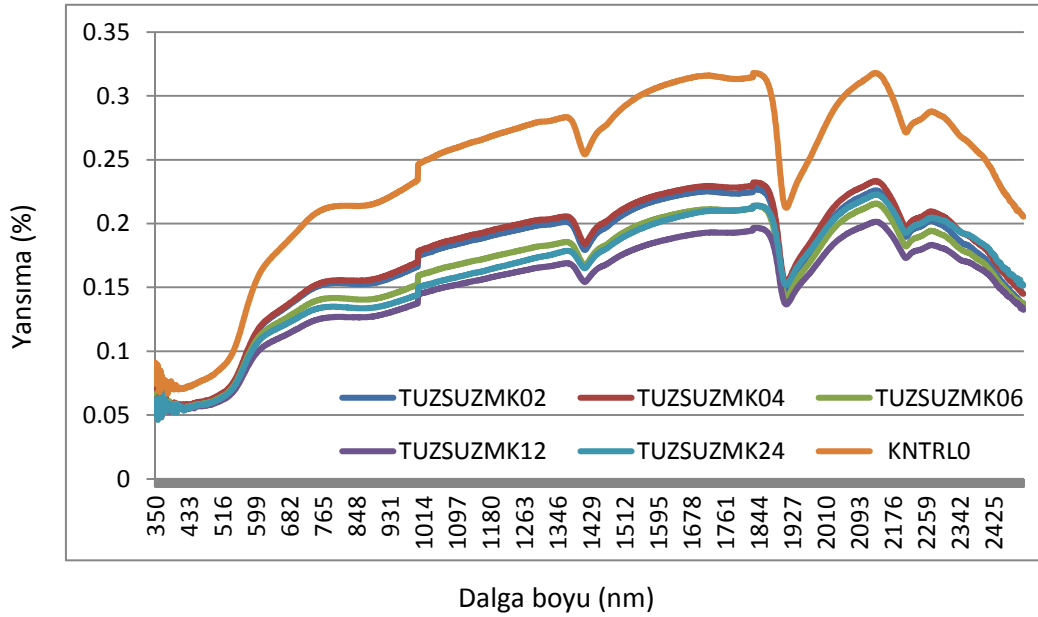
Yukarıdaki tüm grafiklerde 1100-2400nm dalga boyu aralıklarında oluşan pikler toprak organik maddesi ile ilgili bize bilgi vermektedir. Bu aralıklar da 4 farklı pik oluşmuş bu piklerin belirgin ve güçlü olması demek bize organik madde miktarının fazla olduğunu göstermektedir. Bu da NIRS tekniğiyle elde edilen toprak yansımalarından organik madde konusunda fikir sahibi olunabileceğini göstermektedir.

4.2.2.2. Tuzsuz elenmiş toprak örneklerinin yansıma grafikleri

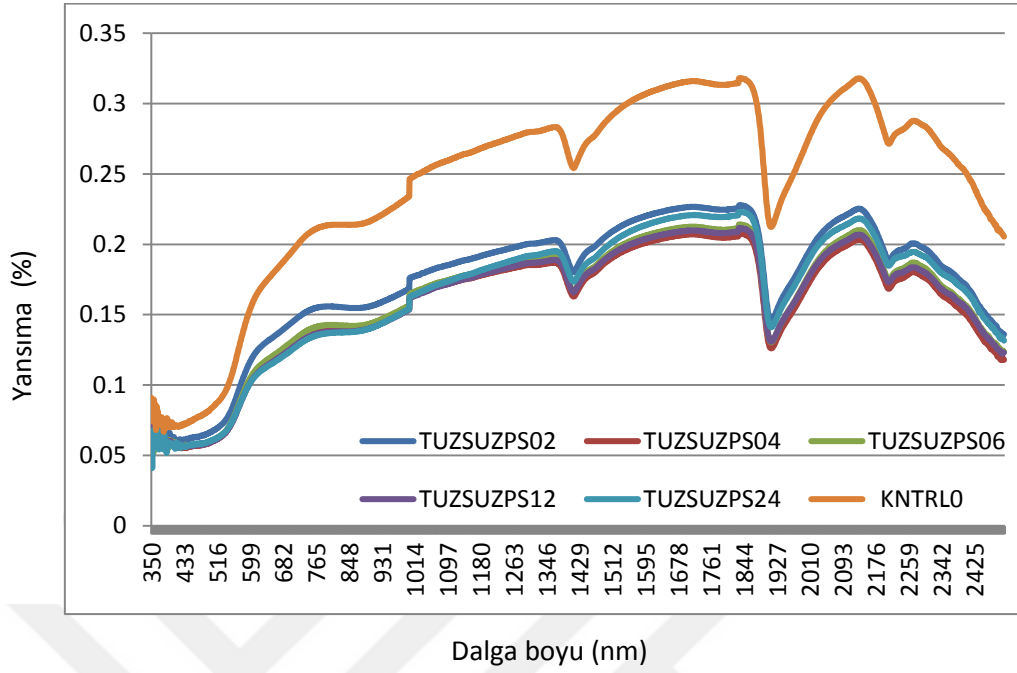
4.2.2.2.1. Biyokömür materyalleri (FDK, MK, PS, TS, ZP) ve kontrol örneklerinin bireysel yansıma grafikleri



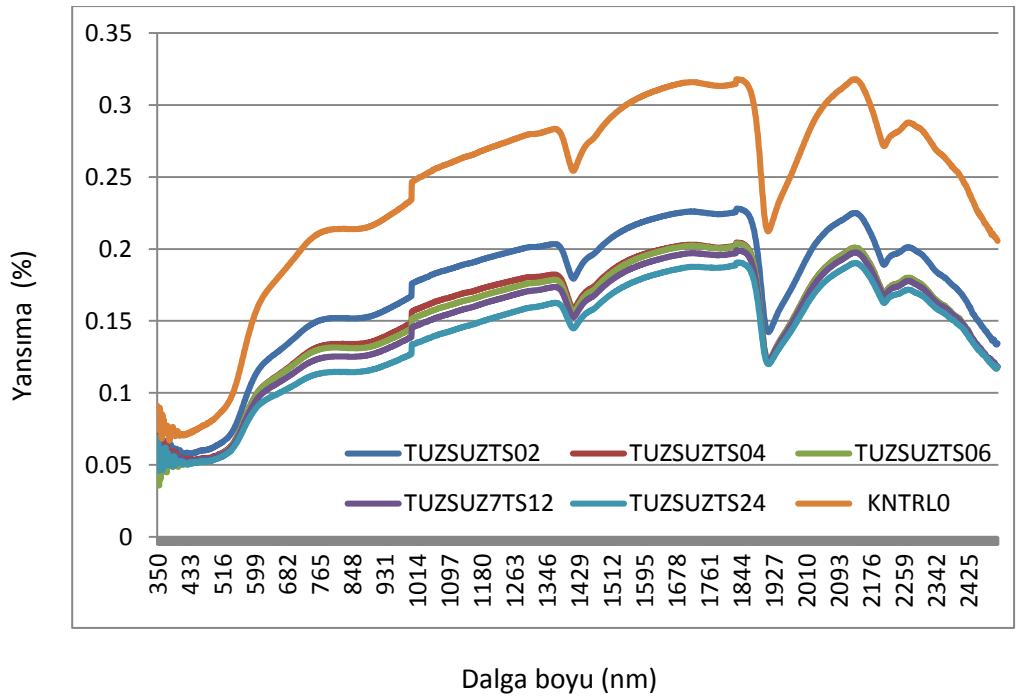
Şekil 4.33. Fıstığın Dış Kabuğu (FDK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



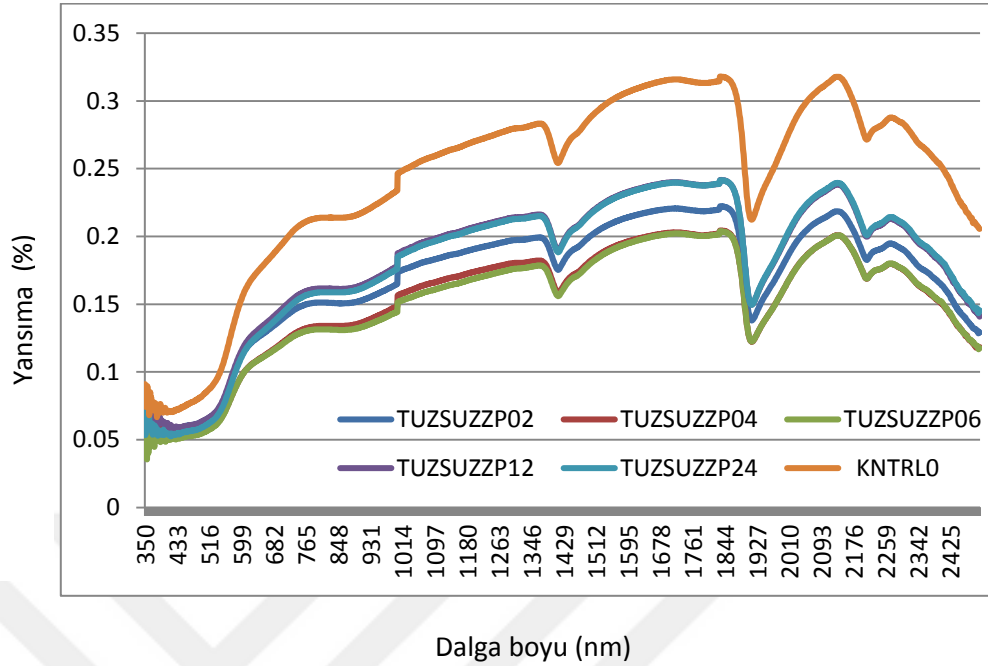
Şekil 4.34. Mısır Koçanı (MK) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



Şekil 4.35. Pamuk Sapı (PS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği



Şekil 4.36. Tütün Sapı (TS) biyokömür materyalinin yansıma grafiği

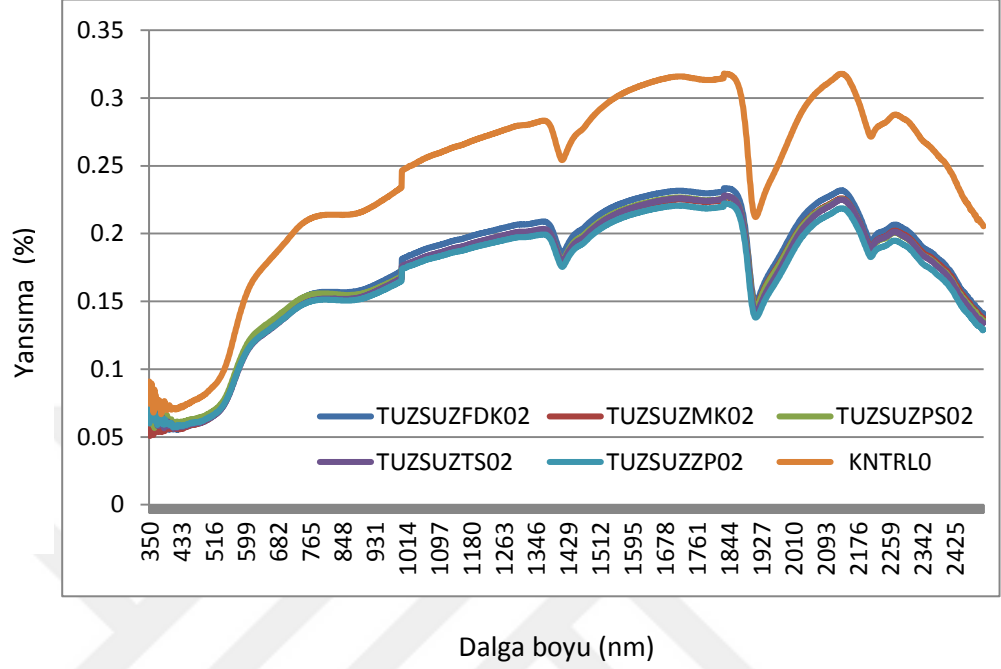


Şekil 4.37. Zeytin Posası (ZP) biyokömür materyalinin yansıma grafiği

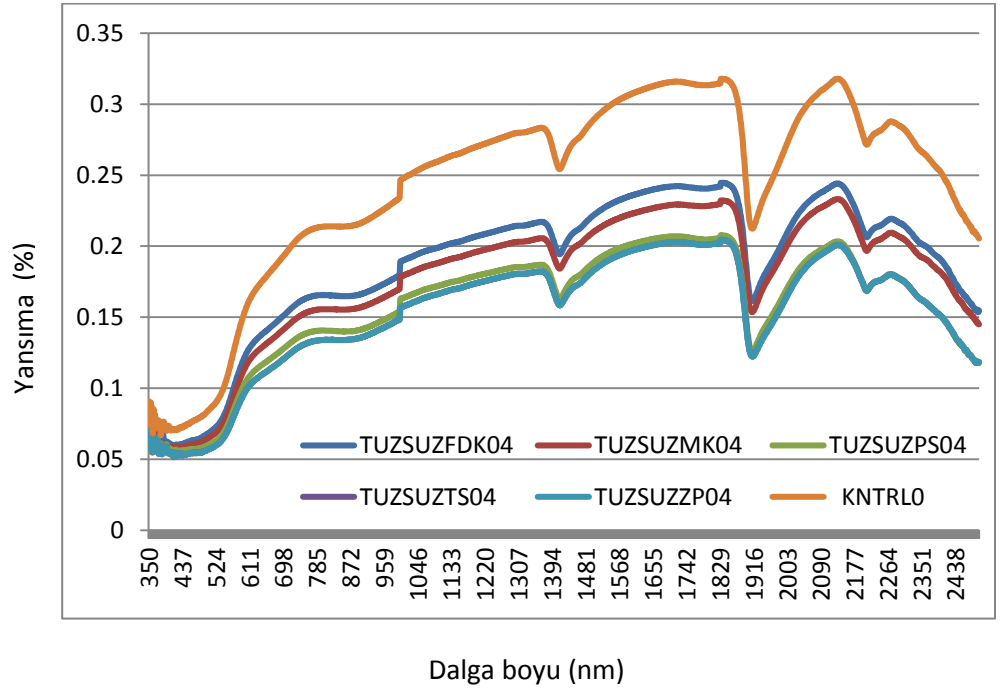
Tuzsuz elenmiş topraklarda beş farklı biyokömür materyalinin (FDK, MK, PS, TS, ZP) aynı dozlardaki ayrı ayrı yansıma grafikleri yukarıda gösterilmiştir (Şekil 4.33., Şekil 4.34., Şekil 4.35., Şekil 4.36. ve Şekil 4.37.). Grafikler incelendiğinde biyokömür uygulanmamış (%0 doz, kontrol) yansımaları ile uygulanmışlar arasında bir farkın olduğu görülmektedir. Beş farklı materyal grafiğinde kontrolün yansıma oranı diğer dozlara göre en yüksek yansıma değeri almıştır. Yansıma oranları materyallerin ve dozların farklılığından dolayı her bir grafikte değişiklik göstermiştir.

Yukarıdaki tüm grafiklerde 1100-2400nm aralıklarında oluşan pikler toprak organik maddesi ile ilgili bize bilgi vermektedir. Bu aralıklar da 4 farklı pik oluşmuş bu piklerin belirgin olması demek organik madde miktarının fazla ve güçlü olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak; elde ettiğimiz bu veriler ışığında herhangi bir toprak örneğinin NIRS tekniği kullanılarak organik madde konusunda fikir sahibi olunabileceği görülmektedir.

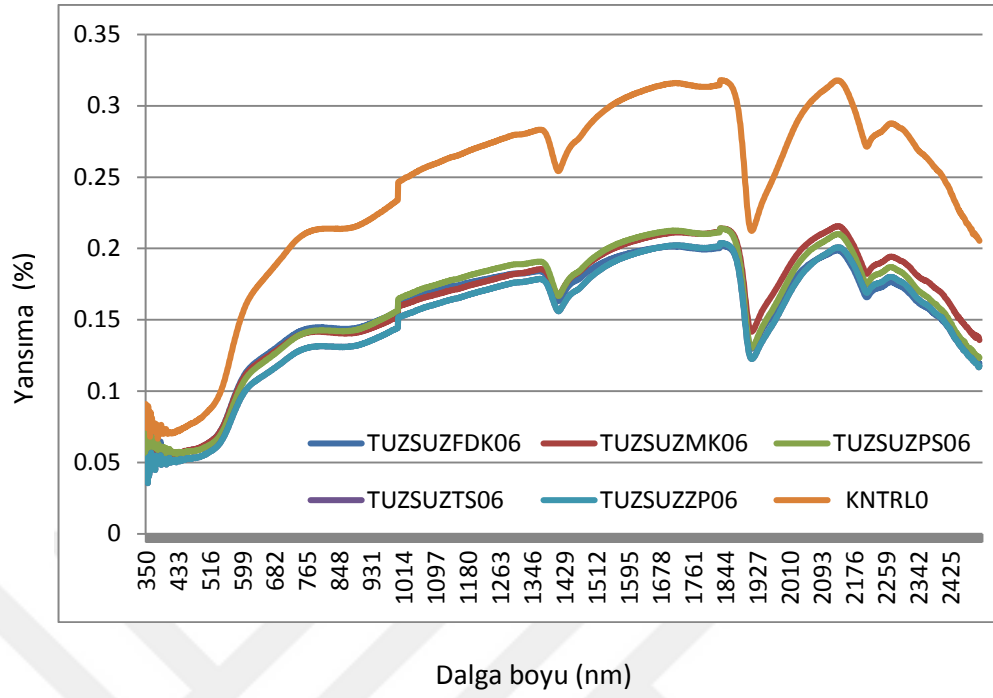
4.2.2.2.2. Biyokömür materyal (FDK-MK-PS-TS-ZP) örneklerinin tümü için doz yansıma grafikleri



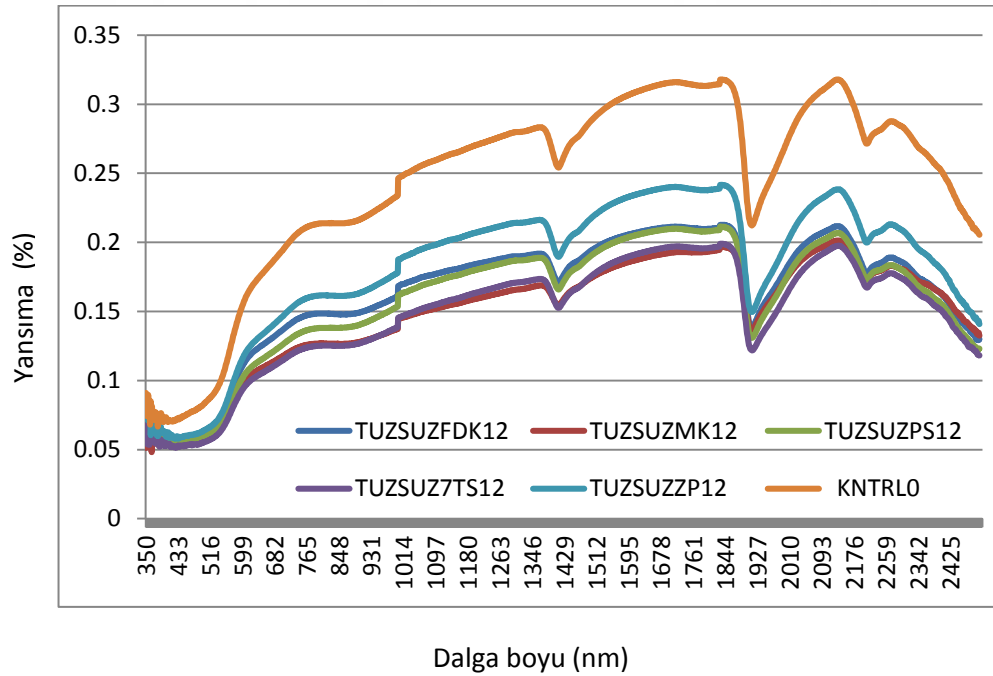
Şekil 4.38. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.2 doz grafiği



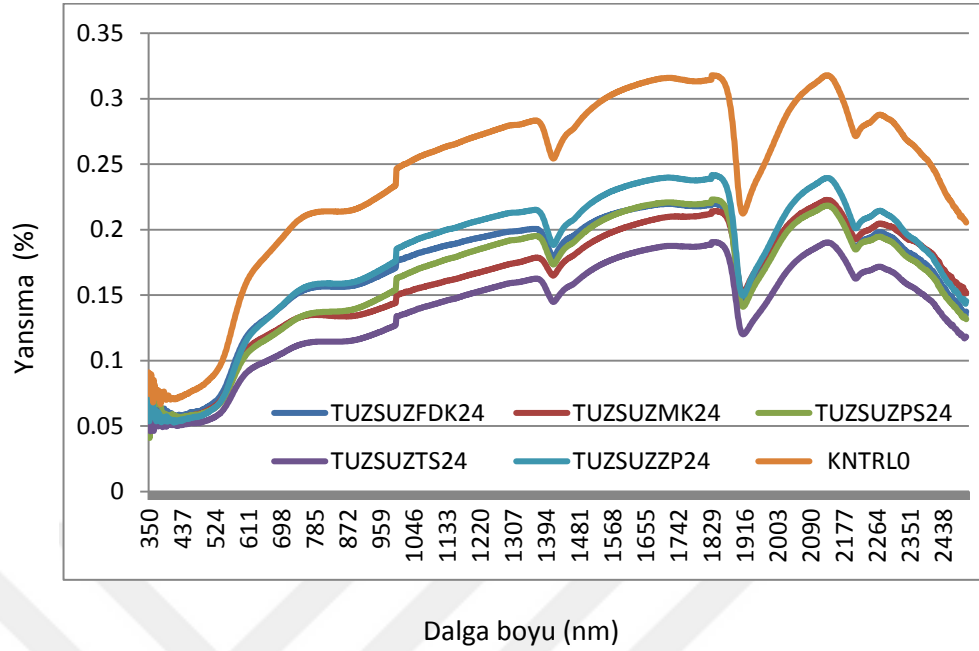
Şekil 4.39. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.4 doz grafiği



Şekil 4.40. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %0.6 doz grafiği



Şekil 4.41. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %1.2 doz grafiği

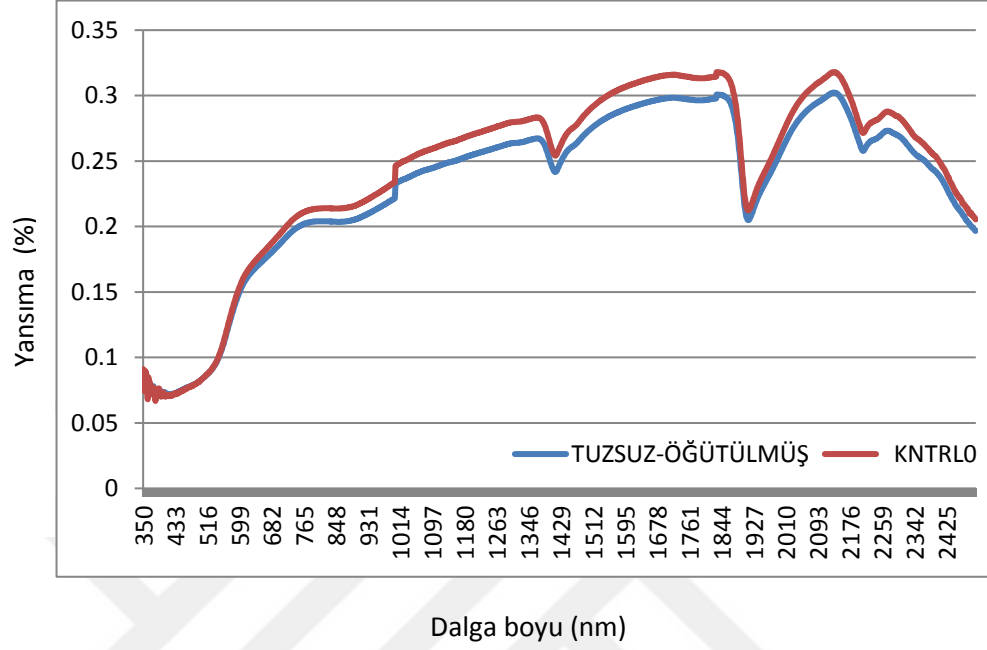


Şekil 4.42. FDK-MK-PS-TS-ZP materyallerinin %2.4 doz grafiği

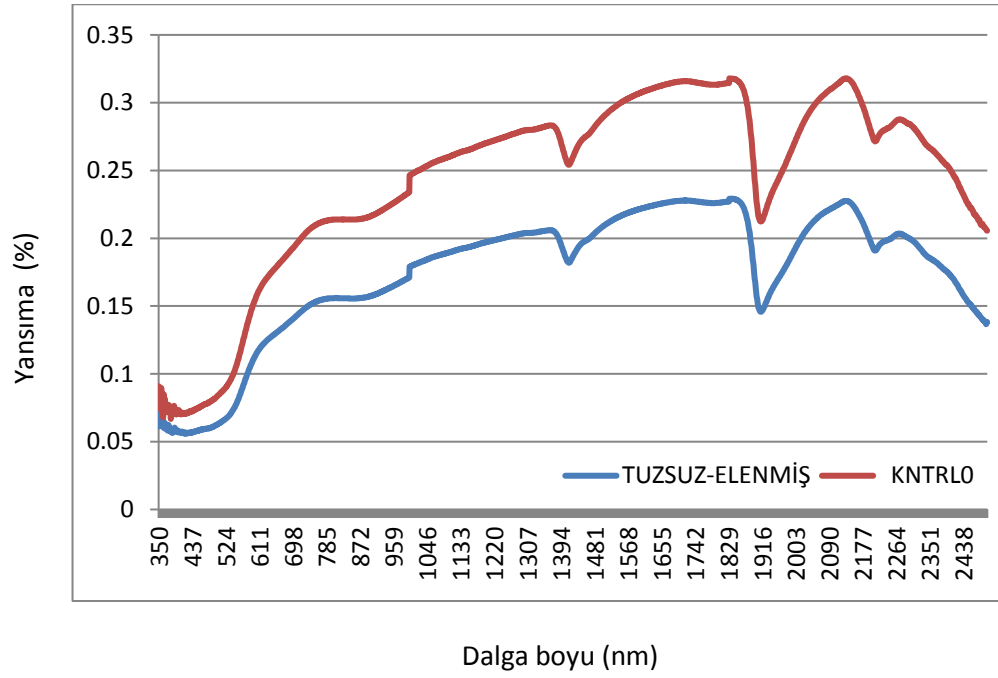
Tuzsuz elenmiş topraklarda beş farklı biyokömür materyalinin (FDK, MK, PS, TS, ZP) aynı dozlardaki ayrı ayrı yansımaları yukarıda gösterilmiştir (Şekil 4.38., Şekil 4.39., Şekil 4.40., Şekil 4.41. ve Şekil 4.42.). Grafikler incelendiğinde biyokömür uygulanmamış (%0 doz, kontrol) yansımaları ile uygulanmışlar arasında bir farkın olduğu görülmektedir. Kontrol tüm grafiklerde en yüksek yansımaya değerini almıştır ve diğer materyallerle arasındaki yansımaları en fazladır. Yansımaları oranları materyallerin ve dozların farklılığından dolayı her bir grafikte değişiklik göstermiştir.

Yukarıdaki tüm grafiklerde 1000-2400nm aralıklarında oluşan pikler toprak organik maddesi ile ilgili bize bilgi vermektedir. Bu aralıklar da 4 farklı pik oluşmuş bu piklerin belirgin olması demek organik madde miktarının fazla ve güçlü olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak; elde ettiğimiz bu veriler ışığında herhangi bir toprak örneğinin NIRS tekniği kullanılarak organik madde konusunda fikir sahibi olunabileceği görülmektedir.

4.2.2.3. Tuzsuz öğütülmüş, kontrol ve tuzsuz elenmiş, kontrol topraklarının yansima grafiği



Şekil 4.43. Tuzsuz öğütülmüş ve kontrol yansima grafiği



Şekil 4.44. Tuzsuz elenmiş ve kontrol yansima grafiği

Şekil 4.43.'de tuzsuz öğütülmüş toprağın yansımaya oranı kontrol ile birbirlerine yakın yansımalar olarak kendini görülmektedir. Kontrolün yansımaya oranı daha yüksek olarak görülmektedir.

Şekil 4.44.'de tuzsuz elenmiş toprağın yansımaya oranı kontrol ile birbirine çok uzak yansımalar olarak görülmektedir. Fakat kontrolün yansımaya oranı çok daha yüksek olarak görülmektedir.

Öğütülmüş ve elenmiş toprakların yansımaya grafiklerine baktığımızda toprakların yansımaya oranları %0.32 olarak görülmektedir. Tuzsuz topraklarda öğütülmüş ve elenmiş topraklar arasında çok anlamlı bir farklılık görülmemektedir.

Çizelge 4.3. 1100-2400nm dalga boylarından elde edilmiş yansımaya değerlerinin farklı değişkenlerle olan istatistiksel ilişkisi

KAYNAK	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Öğütülmüş-Elenmiş	1	0.1083162	0.1029905	0.1029905	794.03	0.00
Biyokömür	4	0.0146479	0.0135504	0.0033876	26.12	0.00
Doz	5	0.0110145	0.0110125	0.0022025	16.98	0.00
Öğütülmüş-Elenmiş*Biyokömür	4	0.0166542	0.0166224	0.0041556	32.04	0.00
Biyokömür*Doz	20	0.0075974	0.0075974	0.0003799	2.93	0.00
Hata	139	0.0180292	0.0180292	0.0001297		
Toplam	173	0.1762594				

Aynı toprak örneğinden iki farklı okuma şekliyle (öğütülme ve elenme) elde ettiğimiz 1100-2400nm dalga boylarındaki istatistiksel yansımaya değerlerini genel olarak sorguladığımızda (McCarty ve ark., 2002). (Çizelge 4.3.);

Öğütülmüş ve elenmiş olan bu iki farklı gruptaki toprakların yansımaya değerlerinin farkının istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkıyor. Yani yaptığımız muamele olumlu yönde bir farklılık sağlamış ve bu farkın anlamlı bir sonuç verdiği görülmektedir.

Beş farklı biyokömür materyalinin yansımalarına baktığımızda da anlamlı farklılıkların olduğunu görüyoruz.

Dozlara bakıldığında anlamlı bir değişim olduğu ve dozların kendi içlerinde oranlarının farklılığından ötürü bir değişim ve farklılık gösterebileceğini bize göstermektedir. ‘p’ değerlerinin 0.01’den küçük ($p < 0.01$) olması istatistiksel verilerin anlamlı olması anlamına gelmektedir.

4.3. Biyokömür Uygulanmış Topraklarda (Elenmiş - Öğütülmüş) Bazı Toprak Özelliklerinin NIRS Tekniği Kullanılarak Elde Edilmiş Tahmin Sonuçları

Çizelge 4.4. Elenmiş ve öğütülmüş toprakların istatistiksel tahmin sonuçları

	ELENMİŞ				ÖĞÜTÜLMÜŞ			
	Tuzlu		Tuzsuz		Tuzlu		Tuzsuz	
	RMSEP	R ²	RMSEP	R ²	RMSEP	R ²	RMSEP	R ²
pH	0.064	0.77	0.058	0.735	0.074	0.683	0.052	0.764
EC	0.425	0.38	0.056	0.773	0.414	0.018	0.056	0.784
OM	0.155	0.808	0.21	0.483	0.13	0.84	0.209	0.476
KİREÇ	0.515	0.433	0.379	0.626	0.508	0.31	0.441	0.271
KDK	4.65	0.436	6.47	0.44	4.72	0.55	5.85	0.107

PLSR (Partial Least Square Reflectance) yöntemiyle istatistiksel modelleme yapılarak Lineer metodu uygulanmıştır. Modellemeyle ilişkiler belirlenmiş ve parametreler arasındaki tahminler sorgulanmıştır. Elde edilen sonuçlar öğütülmüş ve elenmiş örnekler için Çizelge 4.4.’de verilmiştir. Çizelgede yüksek veya düşük tahmin değerleri elde edilmiş olan OM, EC, KDK, pH ve kireç verilerinin tahmin sonuçları incelendiğinde;

OM (Organik Madde): Parametrelerden öğütülmüş ve elenmiş organik madde değerlerine baktığımızda gerçek değerler (laboratuvar ölçüm değerleri) ile modelin belirlediği tahmin değerleri arasındaki veriler belirlenmiştir.

Tuzlu öğütülmüş topraklarda; organik madde yaklaşık %84 oranında yüksek tahmin yüzdesi elde edilebileceğini mümkün kılmaktadır.

Tuzlu elenmiş topraklarda; organik madde yaklaşık %80 oranında yüksek tahmin yüzdesi elde edilebileceğini mümkün kılmaktadır.

Tuzsuz öğütülmüş topraklarda; organik madde yaklaşık %47 oranında çok yüksek olmamakla birlikte az da olsa tahmin edebileceğimizi göstermektedir.

Tuzsuz elenmiş topraklarda; organik madde yaklaşık %48 oranında çok yüksek olmamakla birlikte az da olsa tahmin edebileceğimizi göstermektedir.

EC (Elektriksel İletkenlik) :

Tuzlu öğütülmüş toprakta; yaklaşık %18 oranında çok düşük bir seviyede tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzlu elenmiş toprakta; yaklaşık %38 oranında düşük bir seviyede tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzsuz öğütülmüş toprakta; yaklaşık %78 oranında yüksek bir seviyede tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzsuz elenmiş toprakta; yaklaşık %77 oranında yüksek seviyede bir tahmin sonucu elde edilmiştir.

pH:

Tuzlu öğütülmüş toprakta; yaklaşık %68 oranında orta seviyede tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzlu elenmiş toprak; yaklaşık %77 oranında yüksek seviyede bir tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzsuz öğütülmüş toprakta; yaklaşık %76 oranında yüksek seviyede bir tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzsuz elenmiş toprakta; yaklaşık %73 oranında yüksek seviyede bir tahmin sonucu elde edilmiştir.

Kireç;

Tuzlu öğütölmüş toprakta; yaklaşık % 31 oranında düşük bir seviyede tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzlu elenmiş toprakta; yaklaşık % 43 oranında düşük bir seviyede tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzsuz öğütölmüş toprakta; yaklaşık %27 oranında düşük bir seviyede tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzsuz elenmiş toprakta; yaklaşık %62 oranında orta seviyede bir tahmin sonucu elde edilmiştir.

KDK;

Tuzlu öğütölmüş toprakta; yaklaşık %55 oranında orta seviyede bir tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzlu elenmiş toprakta; yaklaşık %43 oranında düşük seviyede bir tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzsuz öğütölmüş toprakta; yaklaşık %10 oranında çok düşük seviyede bir tahmin sonucu elde edilmiştir.

Tuzsuz elenmiş toprakta; yaklaşık %40 oranında düşük seviyede bir tahmin sonucu elde edilmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Toprak örneklerinin iki farklı grupta belirlenerek (öğütülmüş ve elenmiş) NIRS tekniğiyle elde edilen yansıma grafikleri incelendiğinde toprak örneklerinin materyal farklılığı, doz farklılığı ve genel olarak toprağın tuzlu, tuzsuz, öğütülmüş ve elenmiş olmasından kaynaklanan değişimler gözlenmiştir. Tuzlu öğütülmüş ve tuzsuz öğütülmüş topraklarda yansıma oranlarında farklılık olduğu gözlenmiştir.

Tuzlu öğütülmüş toprakların bireysel yansıma grafiklerinde; FDK, MK, PS, TS ve ZP materyallerinin yansıma değerleri birbirine yakın, en yüksek yansıma %0.2 dozunda görülmekte; en düşük yansıma ise %2.4 dozunda görülmektedir. Yani en yüksek yansıma en düşük dozda, en düşük yansıma ise en yüksek dozda görülmektedir ve bu da dozlar arasında farklılıklar olduğunu göstermektedir. Tuzlu öğütülmüş topraklarda tüm grafikler için maksimum ortalama yansıma oranı 0.42 ve kontrol yansıma oranı ise 0.31 olarak belirlenmiştir. Bu farklılıkların nedeni materyallerin farklılığından kaynaklanmaktadır ve bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tuzsuz öğütülmüş toprakların bireysel yansıma grafiklerinde; FDK, MK, PS, TS ve ZP materyallerinin yansıma değerleri birbirine yakın ve bu materyallerin ortalama yansıma oranı 0.28 tuzlu topraklara göre kontrol yansıma değerinin altına düşmüştür. Kontrol oranı ise aynı şekilde 0.31 olarak kalmıştır.

Tuzlu öğütülmüş topraklarda beş farklı materyalin tümü için elde ettiğimiz doz yansıma grafiklerinde ki sonuçlarda doz miktarı arttıkça materyallerin ortalama yansıma değerleri de birbirlerinden uzaklaşmıştır. Bu materyallerin ortalama yansıma oranı 0.42 olarak belirlenmiştir. Ayrıca yansıma oranı en az olan ve yine tuzlu öğütülmüş topraklarda olduğu gibi kontrol oranı en düşük ve 0.31 oranındadır.

Tuzsuz öğütülmüş topraklarda beş farklı materyalin tümü için elde ettiğimiz doz yansıma grafiklerinde tuzlu topraklar ile aynı şekilde doz miktarı arttıkça materyallerin ortalama yansıma değerleri de birbirlerinden uzaklaşmıştır. Bu materyallerin ortalama yansıma değerleri tuzlu topraklara oranla 0.28 olarak düşük değer almıştır. Kontrol oranı ise aynı şekilde 0.31 olarak kalmıştır.

Tuzlu elenmiş ve tuzsuz elenmiş toprakların bireysel yansıma grafiklerinde tuzlu elenmiş toprakların ortalama yansıma oranı 0.30 değerinde görülmektedir. Dozların ve materyallerin farklılığından kaynaklanan bazı etkilerden ötürü bazı grafiklerde yansımalar kontrolden yüksek fakat genel olarak kontrolle yansımalar arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Tuzsuz elenmiş toprakların yansıma oranları 0.22 değerinde ve kontrol değerinden bile düşük olarak görülmüştür.

Tuzlu elenmiş ve tuzsuz elenmiş toprakların materyallerinin tümü için olan yansıma grafiklerinde ise tuzlu elenmiş ortalama doz yansıma değerleri 0.30, kontrol ise 0.31 olarak görülmüştür. Tuzsuz elenmiş topraklarda ise ortalama yansıma değerleri 0.22 gibi çok düşük bir değer almıştır.

Genel olarak elde ettiğimiz sonuç; tuzlu topraklar tuzsuz topraklara göre hem yüksek yansıma değeri almıştır hem de tüm grafiklerde aynı değer alan kontrol yansımalarına göre çok yüksek yansımalar elde etmemizi sağlamıştır. Ayrıca tuzlu öğütülmüş topraklar, tuzlu elenmiş topraklara göre öğütülme işleminden kaynaklı büyük farklılık göstermiştir. Bu da öğütülme işleminin yansımaya olan etkisinin belirgin yönde olduğunu göstermektedir. Bu etkinin sebebi büyük olasılıkla öğütülme sonrasında toprak zerrelerinin küçülmesine bağlı olarak okuma yapılan örnekte meydana gelmiş olan mikro porozite ve yüksek yüzey alanı nedeniyle ışının absorpsiyonun azalması olarak yorumlanmıştır. Elde edilen tahmin sonuçları doğrultusunda ise tuzlu öğütülmüş topraklarda en yüksek oranda etkisi görülen faktörün organik madde olduğu anlaşılmaktadır. Yaklaşık %84 (R^2 : 0.84) oranında organik madde ile en yüksek değeri aldığı belirlenmiştir. 1100-2400 nm dalga boylarındaki yansıma sonuçları incelendiğinde toprak yapısının (öğütülmüş-elenmiş) 'p' değeri 0.01'den küçük ($p < 0.01$) olduğundan dolayı istatistiksel olarak önemli

bulunmuş ve yapılan işlemler sonucunda NIRS tekniği kullanılarak uygulanmış olan biyokömürün toprak özelliklerine olan etkisinin belirlenebileceği bazı özellikler için daha anlamlı olarak olumlu gözlenmiştir.

Bu sonuçlara göre NIRS tekniğinin olumlu yönde etkisi ve kullanılabilirliği tuzlu topraklarda tuzsuz topraklara oranla daha fazla ortaya çıkmıştır ve bu olumlu sonuçlar yapmış olduğumuz araştırmanın ileriki dönemler de yapılacak olan başka araştırmalara katkı sağlaması açısından önemli olabileceğini göstermektedir.

5.2. Öneriler

Biyokömür materyalinin kullanılacağı veya elde edileceği çalışmalarda toprak örneklerinin öğütülerek kullanılması NIRS tekniğinin daha etkin ve belirgin sonuçlar vermesinde önemli bulunmuştur. Bu sebeple ileriki dönemlerde bu gibi çalışmalar yapılacak olursa materyallerin öğütülerek işleme tabi tutulması daha güvenilir sonuçlar vermesi açısından fayda sağlayacaktır. Çalışmada belirlenen toprak özelliklerinden sadece organik maddenin ve özellikle tuzlu öğütülmüş topraklarda NIRS tekniği kullanılarak yaklaşık %84 (R^2 : 0.84) oranında tahmin elde edilebilmesi bu tekniğin özellikle tuzlu topraklardaki organik maddenin hızlı ve maliyetsiz bir şekilde tahmin edilmesine olanak vermesi açısından önemlidir. Bu açıdan NIRS tekniği organik maddenin tahmin edilmesinde kullanılabilir bir teknik olarak değerlendirilebilir.

Bu olumlu sonuçlar yapmış olduğumuz araştırmanın, ileriki dönemlerde yapılacak olan başka araştırmalara katkı sağlaması açısından önemli bir başlangıç oluşturacağı değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- AYDEMİR, S., KAYA, C., SÖNMEZ, O., DOĞAN, E., ÖKTEM, A., ve KÜÇÜK, Ç., 2016. Biyokatıların (Biochar) Organik Toprak İyileştiricisi Olarak Mısır Bitkisi Gelişimi ve Sera Gazlarının (CO₂, N₂O ve CH₄) Emisyonları Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK Proje No: 112R005.
- BOGREKCI, I., and LEE, W. S., 2004. Spectral signatures of common phosphate in soils and their effect on absorbance spectra of soil samples with different phosphorus concentration. ASAE/CSAE Meeting Paper No: 043114.
- BOGREKCI, I., and LEE, W.S., 2006. Effects of soil moisture content on absorbance spectra of sandy soils in sensing phosphorus concentrations using UV-VIS-NIR. Spectroscopy. Transactions of the ASAE, 49 (4): 1175-1180.
- BOYACI, B., ve TOPAL, H., 2008; OGM, 2009. Dolaşımli Akışkan Yatakta Düşük Sıcaklıklarda Orman Ürünlerinden Oluşan Sentetik Gazın Deneysel İncelenmesi Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 23(4): 953-959.
- BOWERS, S.A., and HANKS, R.J., 1965. Reflection of radiant energy from soils. Soil Science, 100: 130-138.
- BRACMORT, K.S., 2009. Biochar Examination of an Emerging Concept to Mitigate Climate Change. Analyst in Agricultural Conversation and Natural Resources Policy, 7: 72-83.
- BROWN, D.J., 2007. Using a global VNIR soil-spectral library for local soil characterization and lanscape modeling in and order Uganda watershed. Geoderma, 140: 444-453.
- BROWN, R., 2009. Biochar Production Technology. In: Biochar for Environmental Management: Science and Technology (eds. Lehmann J., and Joseph S). Earthscan Ltd, London, 658: 40-63.
- CHAPMAN, H.D., and PRATT, P.F., 1982. Methods of analysis for soils, plants and water Methods of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods 2nd Edition. Agronomy Series No: 9. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher, Madison, Wisconsin USA p., 363-381.
- CLIFTON, J.C., STAMPFL, P.F., and JONES, M.B., 2004. Miscanthus Biomass Production for Energy in Europe and Its Potential Contribution to Decreasing Fossil Fuel Carbon Emissions. Global Change Biology, 10: 509-518.
- DAUD, W.M.A.W., ALI, W.S.W., and SULAIMAN, M.Z., 2001. Effect of Carbonisation Temperature of The Yield and Porosity of Char Produced from Palm Shell. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 76: 1281-1285.
- DEMİRBAŞ, A., 2006. Global biofuel strategies. Energy Edu. Sci. Technol., 17: 27-63.
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., SAYIN, M., KAPUR, S., GÜZEL, N., DERİCİ, R., YEŞİLİSOY, M. Ş., YEĞİNGİL, İ., SARI, M., KAYA, Z., AYDIN, M., KETTAŞ, F., BERKMAN, A., ÇOLAK, A.K., YILMAZ, K., TUNÇGÖĞÜS, B., ÇAVUŞGİL, V., ÖZBEK, H., GÜLÜT, K.Y., KARAMAN, C., DİNÇ, O., ÖZTÜRK, N., ve KARA, E., 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları I. Harran Ovası TÜBİTAK-TOAG Güdümlü Araştırma Projesi Kesin Raporu Proje No: TOAG 534, Ankara.

- DOWNIE, A., VAN ZWIETEN, L., CHAN, Y., CROSKY, A., and MUNROE, P., 2008. Biochar Feedstock Choice: An Economic/Agronomic Balance, Conference of The International Biochar Initiative: Biochar, Sustainability and Security in a Changing Climate Newcastle UK., September, 8-10.
- GLASER, B., HAUMAIER, L., GUGGENBERGER, G., and ZECH, W., 2001. The Terra Preta Phenomenon; A Model for Sustainable Agriculture in The Humid Tropics. *Naturwissenschaften*, 37-41.
- GLASER, B., LEHMANN, J., and ZECH, W., 2002. Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in The Tropics with Charcoal A Review. *Biology and Fertility of Soils*, 35: 219-230.
- GÜLÇUR, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 1970, O. F. Yayın No: 201, Kurtulmuş Matbaası, İstanbul.
- IGARASHI, T., 1996. Soil Improvement Effect of FMP and CRH in Indonesia, JICA Pamphlet, p. 30.
- IRMAK, A., 1954. Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları, İ.Ü. Yayınları, İ. Ü. Yayın No: 599, O. F. Yayın No: 27, İstanbul.
- KAMM, J., 2004. A New Class of Plants for A Biofuel Feedstock Energy Crop, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 113-116, 55-70.
- KARL, N., KUENSTNER, J.T., BATTEN, G.D., FLINN, P.C., WELS, L.A., and BLAKENEY, A.B., 1995. Rapid measurement of analytes in whole blood with NIR transmittance; Leaping Ahead with Near Infrared Spectroscopy *Proceedings of the International Conference on NIRS*. pp., 431-484.
- LEHMANN, C.J., and RONDON, M., 2006. Biochar Soil Management on Highly-Weathered Soils in The Tropics. In Uphoff, N.T., *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*. CRC Press, Boca Raton, pp., 517-530.
- LEHMANN, J., 2007a. Handful of Carbon *Nature*, 447: 143-144.
- LEHMANN, J., 2007b. Bioenergy in the black *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5: 381-387.
- LEHMANN, J., CZIMEZIK, C., LAIRD, D., STEPHEN, J., and SOHI, S., 2009. Biochar for Environmental Management *Biochar for Environmental Management Science and technology*. Earthscan Publ., London, pp., 183-205.
- LEHMANN, J., SILVA, D.A., STEINER, J.P., NEHLS, C., ZECH, W., and GLASER, B., 2003. Nutrient Availability and Leaching in An Archaeological Anthrosol and A Ferralsol of The Central Amazon Basin *Fertilizer, Manure and Charcoal Amendments, Plant and Soil*, 249: 343-357.
- LEHMANN, J., and RONDON, M., 2006. Biochar Sequestration in Terrestrial Ecosystems A Review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11: 403-427.
- LIANG, B., LEHMANN, J., SOLOMON, D., KINYANGI, J., GROSSMAN, J., ONEILL, B., SKJEMSTAD, J.O., THIES, J., LUIZAO, F.J., PETERSEN, J., NEVES, E.G., 2006. Black Carbon Increases Cation Exchange Capacity in Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 70: 1719-1730.
- MOUAZEN, M., MALEKI, M.R., H.ROMAN, J., BAERDEMAEKER, A., 2006. Phosphorus sensing for fresh soils using visible and near infrared spectroscopy. *Biosystems Engineering*, 95: 425-436.
- MC CARTY, G.W., REEVES, J.B., REEVES, V.B., FOLLETT, R.F., and KIMBL, J.M., 2002. Mid-infrared and near-infrared diffuse reflectance spectroscopy

- for soil carbon measurements. *Soil Science Society of America Journal*, 66: 40- 46.
- NELSON, R.E., MILLER, R.H., and KEENEY, D.R., 1982. Carbonate and Gypsum. In. *Page and Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and Microbiological Properties Edition*. Agronomy Series No:9. Am. Soc. of Agronomy and Soil Sci. Soc. of Am. Inc. Publisher Madison Wisconsin USA. pp., 181-196.
- PASQUINI, C., SILVA, H.E.B., GUCHARDI, R., 2000. In *Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the International Conference* Davies, A.M.C.; Giangiacomo R. eds., NIR Publications Chichester, 109-120.
- RONDON, M.A., LEHMANN, J., RAMIREZ, J., and HURTADO, M., 2007. Biological Nitrogen Fixation by Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Increases with Biochar Additions. *Biology and Fertility of Soils*, 43: 699-708.
- SHINOBI, Y., YOSHIDA, H., KOIZUMI, T., YAMAOKA, M., and SAITO, T., 2002. Basic Characteristics of Low-temperature Carbon Products from Waste Sludge. *Advances in Environmental Research*, 7: 661-665.
- SUMNER, M. E., MILLER, W.P. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. In *Methods of Soil Analysis Chemical Methods*, pp., 1201-1229.
- THOMAS, G.W., SPARKS, D.L., and MADISON, W., 1996. Soil pH and soil acidity. *Soil Science Society and American Society of Agronomy*. In *Methods of Soil Analysis – Part3 – Chemical Methods*, pp., 475-490.
- VOLK, G.M., MANESS, N., and ROTUNDO, K., 2004. Cryopreservation of garlic using plant vitrification solution. *Cryoletters*, 25: 219-226.
- WETZEL, D.I., 1983. Infrared reflectance analysis: sleeper among spectroscopic techniques. *Analytical Chemistry*, 55: 1165–1176.
- YAMAN, S., 2004. Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical feedstocks. *Energy Conversion and Management*, 45: 651–671.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Betül ALDEMİR
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Diyarbakır / 23.11.1988
Telefon : 05359226888
e-mail : betul8889@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Şehit Emniyet Müdürü Ali Gaffar Okkan Lisesi - Diyarbakır	2006
Üniversite	: Harran Üniversitesi, Merkez – Şanlıurfa	2012
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi, Merkez – Şanlıurfa	2016

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013-2014	Yekta Tarımsal Danışmanlık	Ziraat Mühendisi
2015-2016	Şanlıurfa Tarımsal Danışmanlık	Ziraat Mühendisi

YABANCI DİLLER

İngilizce