

Bozdağ Mera Bitki Örtüsünün Durumu, Elverişli Yem Üretimi ve Kalitesinin
Mevsimsel Değişiminin Uzaktan Algılama Tekniğı ile İzlenmesi

Onur İleri

DOKTORA TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Şubat 2020

Monitoring Seasonal Variation of the Condition, Allowed Forage Production
and Quality of Bozdağ Rangeland via Remote Sensing Technique

Onur İleri

DOCTORAL DISSERTATION

Department of Field Crops

February 2020

Bozdağ Mera Bitki Örtüsünün Durumu, Elverişli Yem Üretimi ve Kalitesinin
Mevsimsel Değişiminin Uzaktan Algılama Tekniğı ile İzlenmesi

Onur İleri

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliğı Uyarınca
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Çayır Mera ve Yem Bitkileri Bilim Dalı
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Ali Koç

Bu tez Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2017-23013 kodlu proje çerçevesinde desteklenmiştir

Şubat 2020

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Ali Koç danışmanlığında hazırlamış olduğum "Bozdağ Mera Bitki Örtüsünün Durumu, Elverişli Yem Üretimi ve Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin Uzaktan Algılama Tekniğı ile İzlenmesi" başlıklı DOKTORA tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik, ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri, akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 17/02/2020

Onur İleri

ÖZET

Sündiken Sıradağları'nın Bozdağ Yöresi'ne ait meralarda 2017 ve 2018 yıllarında yürütülen bu çalışmada, bitki örtüsünün durumu, elverişli yem üretimi ve kalitesinin farklı bakıya sahip alanlardaki mevsimsel değişimleri ve bu değişimlerin uzaktan algılama teknikleriyle izlenebilirliği araştırılmıştır. İncelenen alanda buğdaygil oranı bakıya göre değişmezken, baklagil oranı kuzey ve zirvede daha yüksek ve diğer familyaların oranı güneyde daha yüksek olmuştur. Toprak kaplılığı güney bakıda daha düşük olsa da hiçbir bakıda erozyon eşik sınırının altında kalmamıştır. Bakı fark etmeksizin tüm alanların sağlık sınıfı bakımından “sağlıklı” ancak durum sınıfı bakımından “zayıf” sınıfta yer aldıkları belirlenmiştir. Ortalama 64,72 kg/da olan elverişli yem miktarının mevsim başlangıcından itibaren sıcaklıkların en üst seviyelere ulaştığı temmuz ayına kadar arttığı ve sonrasında sonbahar yağışlarına kadar azalışa geçtiği belirlenirken özellikle kurak dönemde kritik değerlere (40 kg/da) yakın seyrettiği görülmüştür. Güney bakıda daha yüksek olan ham protein oranı, mevsim başlangıcında yaklaşık % 13,5 iken mevsim ilerledikçe azalış göstermiştir. Bitkilerin NDF oranı dalgalı bir seyir izlerken ADF oranı mevsim sonuna kadar artış eğilimi göstermiştir. Sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı ise yaz ortasına kadar artış gösterdikten sonra azalma eğilimine sahip olmuştur. Topoğrafyaya bağlı NDF ve SKM oranları genel itibarıyla güneyde daha düşük iken ADF oranı güneyde daha yüksek bulunmuştur. İncelenen alanda otlatma olgunluğu 30 Nisan ve otlatma sonu 1 Kasım'a denk gelmekte olup otlatma süresi ortalama 180 gün civarındadır. Uzaktan algılama çalışmaları sonucunda 10 x 10m çözünürlükte ve ücretsiz Sentinel 2A görüntülerinden türetilen NDVI değerleri ile elverişli yem miktarı ve NDF oranlarına ait mevsimsel değişimin tahmin edilemeyeceği ancak elverişli yem miktarının temmuz – ağustos ve ekim dönemlerinde (sırasıyla $r^2=0,722$, $r^2=0,407$) tahmin yapılabileceği görülmüştür. Ham protein, ADF ve SKM oranlarına ait mevsimsel değişimin ise önemli derecede tahmin edilebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Sentinel 2A uydu görüntülerinden türetilen NDVI verileri ile özellikle otlatma mevsiminin belirlenmesi ve yaz kuru döneminde elverişli yem miktarının tahmin edilmesi yanında ham protein, ADF ve SKM oranlarındaki mevsimsel değişimi belirlemenin mümkün olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Mera, botanik kompozisyon, elverişli yem, yem kalitesi, mevsimsel değişim, mera sağlığı ve durumu, uzaktan algılama

SUMMARY

This study was conducted at the rangelands of the Bozdağ Region located on the Sundiken Mountains during 2017 and 2018 years. Rangeland condition, seasonal change of allowed forage production, and forage quality of the rangelands, which differs in aspect, were examined and monitoring possibilities of these characteristics using remote sensing methods were evaluated. The ratio of grasses did not differ in aspect but the ratio of legumes was higher at the north aspect and summit and the ratio of other families was higher in the south aspect. Canopy coverage rate was lower in the south aspect but the coverage was not below the threshold values in any sites. All of the examined sites were “healthy” due to health class but the range condition score was “poor” at all. The mean allowed forage yield was 647,2 kg/ha. Allowed forage increased during the grazing season till July and decreased after July until the rainy fall season begins but the progress was around the critical values (400 kg/ha) especially during the dry season. Crude protein ratio was higher at the south aspect and it was 13.5 % at the beginning of the grazing season but decreased with the progressing season. NDF and DDM ratio of the vegetation increased until mid-summer and showed a decreasing trend after mid-summer but the ADF ratio increased until the end of the grazing season. Topographically, in the south aspect, the NDF and DDM ratios were lower but the ADF ratio was higher. It was observed that the vegetation reached the grazing maturity on 30th April and the grazing should be ceased on the 1st of November. The grazing season of the examined area was about 180 days. It was determined that the seasonal variations in allowed forage yield and NDF ratio were not predictable with the NDVI values generated from the Sentinel 2A satellite imagery (free and 10m resolution) but the allowed forage yield in July-August and October were strongly-moderately correlated ($r^2=0,722$, $r^2=0,407$ respectively) with the NDVI values. The seasonal variations of crude protein, ADF and DDM ratio could be predicted with the Sentinel 2A NDVI. Results showed that the grazing season, allowed forage yield at the dry-summer season and the seasonal variation of crude protein, ADF, and DDM could be predicted using the NDVI values generated from the Sentinel 2A satellite imagery.

Keywords: Rangeland, botanical composition, allowed forage, forage quality, seasonal variation, rangeland health, and condition, remote sensing

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmamın öncesinde ve çalışmam süresince maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen, akademik hayatım dahilinde ve haricinde her konuda bana yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Ali KOÇ'a sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince değerli bilgileri ile bana katkı sağlayan hocam Prof. Dr. Halil İbrahim ERKOVAN'a, laboratuvar çalışmalarım için bana imkan sağlayan ve tezime katkılarda bulunan komite üyesi hocam Prof. Dr. Mustafa SÜRMEN'e, tezimin şekillenmesinde emeği olan komite üyesi hocalarım Doç. Dr. Tamer YAVUZ ve Doç. Dr. Süleyman AVCI'ya, uzaktan algılama çalışmalarını yürütmemde bilgileriyle bana destek olan hocalarım Prof. Dr. Alper ÇABUK ve Doç. Dr. Uğur AVDAN'a, çalışmam süresince tecrübelerini benimle paylaşarak destek olan hocalarım Doç. Dr. Mehmet Kerim GÜLLAP'a ve Dr. Öğr. Üyesi Şule ERKOVAN'a, bitkilerin teşhis edilmesinde yardımcı olan Prof. Dr. Atilla OCAK ve Dr. Münevver ARSLAN'a, tez çalışmamın istatistik analizleri aşamasında bilgilerini benimle paylaşan arkadaşım Dr. Yasin ALTAY'a, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Arş. Gör. Emre KARA'ya, uzaktan algılama çalışmalarında yardımcı olan arkadaşım Arş. Gör. Resul ÇÖMERT'e ve çalışmalarım boyunca yanımda olan arkadaşlarım Arş. Gör. Engin Gökhan KULAN, Arş. Gör. Engin TAKIL ve Arş. Gör. Jale BİLGİN'e teşekkür ederim.

Ayrıca yoğun çalışmalarım boyunca hem bizzat yardım ederek hem de manevi desteğiyle sabırla yanımda olan değerli eşim Arş. Gör. Ceren ELİBOL İLERİ'ye teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2017-23013 kodlu proje çerçevesinde desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. Araştırma sahasının iklim özellikleri	27
3.1.2. Araştırma sahasının toprak özellikleri	29
3.1.3. Araştırma sahasının bitki örtüsü	30
3.1.4. Araştırma sahasının uydu görüntüleri	31
3.2. Yöntem	31
3.2.1. Botanik kompozisyon	32
3.2.2. Toprağı kaplama oranı (TKO)	33
3.2.3. Mera sağlık ve durum sınıfı	33
3.2.4. Elverişli yem miktarı	35
3.2.5. Elverişli yemin kalitesi	35
3.2.6. Otlatmaya başlama zamanı	36
3.2.7. Otlatmaya son verme zamanı	36
3.2.8. Otlatma takvimi	36
3.2.9. Uzaktan algılama ölçümleri	37
3.2.10. Verilerin değerlendirilmesi	37

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	39
4.1. Botanik Kompozisyon	39
4.1.1. Buğdaygil oranı	41
4.1.2. Baklagil oranı	47
4.1.3. Diğer familyaların oranı	51
4.2. Toprağı Kaplama Oranı	54
4.3. Mera Sağlık ve Durum Sınıfı	56
4.4. Elverişli Yem Miktarı	59
4.5. Elverişli Yemin Kalitesi	66
4.5.1. Ham protein (HP) oranı	66
4.5.2. Nötr ortamda çözünebilir lif (NDF) oranı	70
4.5.3. Asit ortamda çözünebilir lif (ADF) oranı	74
4.5.4. Sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı	78
4.6. Otlatmaya Başlama Zamanı	82
4.7. Otlatmaya Son Verme Zamanı	85
4.8. Otlatma Takvimi	86
4.9. Uzaktan Algılama ile Meranın İzlenebilirliği	88
4.9.1. Elverişli yem miktarı ile NDVI ilişkisi	88
4.9.2. Ham protein oranı ile NDVI ilişkisi	95
4.9.3. NDF oranı ile NDVI ilişkisi	100
4.9.4. ADF oranı ile NDVI ilişkisi	105
4.9.5. SKM oranı ile NDVI ilişkisi	110
4.9.6. Otlatma takvimi ile NDVI ilişkisi	114
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	119
KAYNAKLAR DİZİNİ	122
ÖZGEÇMİŞ	151

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Çalışma alanının konumu ve örnekleme yapılan alt parseller	27
3.2. Kuadrat ile biçim	35
4.1. Bozdağ meraları elverişli yem miktarının otlatma mevsimindeki değişimi	61
4.2. Elverişli yem miktarına ait dönem x bakı interaksiyon grafiği	62
4.3. Elverişli yem miktarına ait dönem x yıl interaksiyon grafiği	63
4.4. Elverişli yem miktarına ait bakı x yıl interaksiyon grafiği	65
4.5. Ham protein oranına ait dönem x yıl interaksiyon grafiği	68
4.6. Ham protein oranına ait bakı x yıl interaksiyon grafiği	68
4.7. NDF oranının yıllar ve bakılara göre mevsimlik seyri	72
4.8. ADF oranının yıllar ve bakılara göre mevsimlik seyri	76
4.9. SKM oranının yıllar ve bakılara göre mevsimlik seyri	81
4.10. Bozdağ meraları otlatma takvimi	86
4.11. Elverişli yem miktarı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişki grafiği	91
4.12. Elverişli yem miktarı ve NDVI yansıma değerlerinin mevsimsel değişimi	92
4.13. Çalışma alanına ait NDVI yansıma değerlerinin yıl boyu seyri	94
4.14. Elverişli yemin HP oranı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişki grafiği	98
4.15. HP oranı ve NDVI yansıma değerlerinin mevsimsel değişimi	98
4.16. Elverişli yemin NDF oranı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişki grafiği	103
4.17. NDF oranı ve NDVI değerlerinin mevsimsel değişimi	104
4.18. Elverişli yemin ADF oranı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişki grafiği	108
4.19. ADF oranı ve NDVI değerlerinin mevsimsel değişimi	109
4.20. Elverişli yemin SKM oranı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişki grafiği	112
4.21. Çalışma alanına ait SKM oranı ve NDVI değerlerinin mevsimsel seyri	113
4.22. Çalışma alanına ait NDVI yansıma değerlerinin yıl içerisindeki seyri ve mera yönetimi açısından önemli tarihler	115

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Çalışma alanında farklı bakı özelliğine sahip olacak şekilde seçilen alt parsellerin koordinat ve yükselti bilgileri	25
3.2. Eskişehir İli 2017, 2018 yılları ve uzun yıllar ortalamasına (UYO) ait bazı iklim verileri	28
3.3. Çalışma alanına ait toprak verileri	29
3.4. Sentinel 2A uydusunun bant bilgileri	31
3.5. Araştırma sahasında örnekleme yapılan dönemlerin ve bu dönemlere en yakın olarak alınan uydu görüntülerinin tarihleri	32
3.6. Mera sağlık ve durum sınıfları hesaplama çizelgesi	34
3.7. Hesaba katılacak çoğaltıcı türlerin oranı	34
4.1. Çalışmada ele alınan mera alanlarının tür bileşeni	40
4.2. Çalışma alanında bulunan buğdaygil familyasına ait türlerin varyans analizi sonuçları	42
4.3. Buğdaygiller familyasına ait türlerin ortalamaları (%)	42
4.4. Çalışma alanındaki <i>Bromus japonicus</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları..	42
4.5. Çalışma alanındaki <i>Cynosurus echinatus</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları	43
4.6. Çalışma alanındaki <i>Festuca ovina</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları	43
4.7. Çalışma alanındaki <i>Phleum exaratum</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları ..	44
4.8. Çalışma alanındaki <i>Vulpia myuros</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları	44
4.9. Çalışma alanında bulunan baklagil familyasına ait türlerin varyans analizi sonuçları	47
4.10. Baklagiller familyasına ait türlerin ortalamaları (%)	47
4.11. Çalışma alanındaki <i>Astragalus microcephalus</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları	48
4.12. Çalışma alanındaki <i>Genista lydia</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları	48
4.13. Çalışma alanındaki <i>Medicago lupulina</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları..	49
4.14. Çalışma alanında bulunan diğer türlerin varyans analizi sonuçları	51
4.15. Diğer familyaların ortalamaları (%)	51

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.16 Çalışma alanındaki <i>Rumex acetosella</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları ...	52
4.17 Çalışma alanındaki <i>Thymus sibthorpii</i> türünün tür bileşenindeki ortalamaları...	52
4.18 Çalışma alanındaki bitki örtüsünün toprağı kaplama oranına ait varyans analizi sonuçları	54
4.19 Çalışma alanında bitki örtüsünün toprağı kaplama oranına ait ortalamalar (%)..	55
4.20 Çalışma alanına ait azalıcı, çoğalıcı ve istilacı türlerin oranları ile mera sağlık ve durum sınıfları	57
4.21 Çalışma alanındaki elverişli yem miktarına ait varyans analizi sonuçları	59
4.22 Çalışma alanındaki elverişli yem miktarına ait ortalamalar	60
4.23 Çalışma alanındaki ham protein oranına ait varyans analizi sonuçları	66
4.24 Çalışma alanındaki ham protein oranına ait ortalamalar	67
4.25 Çalışma alanındaki NDF oranına ait varyans analizi sonuçları	70
4.26 Çalışma alanındaki NDF oranına ait ortalamalar	71
4.27 Çalışma alanındaki ADF oranına ait varyans analizi sonuçları	75
4.28 Çalışma alanındaki ADF oranına ait ortalamalar	75
4.29 Çalışma alanındaki SKM oranına ait varyans analizi sonuçları	79
4.30 Çalışma alanındaki SKM oranına ait ortalamalar	80
4.31 Araştırmada ele alınan farklı bakı özelliğine sahip meraların büyüme başlangıcı ile otlatma olgunluğu tarihleri	83
4.32 Bozdağ meralarında 2017 ve 2018 yılları için belirlenen otlatmaya son verme tarihleri	85
4.33 Elverişli yem miktarı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları	89
4.34 Elverişli yem miktarı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri	90
4.35 Ham protein oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları	96
4.36 Ham protein oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri	97

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.37 NDF oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları	100
4.38 NDF oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri	102
4.39 ADF oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları	105
4.40 ADF oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri	106
4.41 SKM oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları	110
4.42 SKM oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri	111
4.43 Çalışma alanına ait yıl içerisindeki dönemlerde NDVI yansıma değerleri	116

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
° C	Santigrat derece
°	Derece
'	Dakika
"	Saniye
r	Pearson Korelasyon katsayısı
r ²	Regresyon

Kisaltmalar

Açıklama

µm	Mikro metre
CaCO ₃	Kalsiyum Karbonat
P ₂ O ₅	Di fosfor penta oksit
K ₂ O	Potasyum oksit
NDVI	Normalize edilmiş vejetasyon indeksi
EVI	Geliştirilmiş vejetasyon indeksi
NIR	Yakın kızılötesi
SAVI	Toprak düzeltmeli vejetasyon indeksi
NIRS	Yakın kızılötesi spektroskopu
R	Kırmızı
ESA	Avrupa Uzay Ajansı
HP	Ham protein
NDF	Nötr ortamda çözünebilir lif
ADF	Asit ortamda çözünebilir lif
SKM	Sindirilebilir kuru madde
TKO	Toprağı kaplama oranı
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
ASIN	Arc sinüs
LSD	En küçük anlamlı farklar testi

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünyadaki kara alanlarının yaklaşık % 24'ünü gerçek mera alanları oluşturmakla birlikte, toplam alanın % 50'sinden fazlası otlatmada kullanılmaktadır (FAO, 2011; Holechek vd., 2011). Meralar bulundukları ekolojilerde (bozkır, pampa, prairie, savan, çalılık, tundra gibi) oldukça farklı özellik göstermekle birlikte, temelde otlatma amacıyla kullanılmaktadırlar (Altın vd., 2011a; Holechek vd., 2011). Karalar üzerinde geniş yayılım gösteren ve zengin canlı çeşitliliğine sahip olan bu alanlar, birçok endemik bitki ve hayvan türüne de ev sahipliği yapmakla birlikte, en büyük su toplama yüzeyi konumundadırlar. Meraların toprağı koruma, havayı temizleme, atmosferdeki CO₂ oranını dengeleme gibi birçok işlevi bulunmaktadır (Altın vd., 2011a). Bu nedenle meraların sürdürülebilir şekilde kullanımı, tüm ekosistemlerin devamlılığı açısından hayati öneme sahiptir.

Türklerde mera ve hayvancılık, göçer hayat şeklinden günümüze kadar gelmiş çok eski bir yaşam tarzıdır. En ucuz kaba yem kaynağı olan meralar hayvansal üretimde karlılık açısından büyük avantaj sağlarlar. Ülkemizde son yıllarda daralan mera alanları yüzünden hayvansal üretimde girdilerin artması hayvansal ürün fiyatlarında artışa neden olmuş ve bu da toplumun sağlıklı beslenmesine olumsuz yönde yansımıştır.

Ülkemizde meralar geçmişte aşırı otlatma gibi bilinçsiz kullanımları sebebiyle zayıflayarak (Altın vd., 2005) verim potansiyellerini önemli ölçüde kaybetmiş ve mevcut hayvan varlığının ihtiyacını karşılayamaz duruma gelmişlerdir. Bu konuda Cumhuriyet'in ilk yıllarında 40 milyon hektarın üzerinde (Koç vd., 2000a) olan mera alanlarının 14,6 milyon hektara (TÜİK, 2019) düşmesiyle sonuçlanan daralma da önemli bir etkiye sahiptir. Bu alanların gerek ıslahı, gerekse etkin yönetim programlarının ortaya konulabilmesi için her şeyden önce mevcut durumun iyi algılanması ve buna göre planlamaların yapılması gereklidir. Örneğin meralarda ağır otlatmanın etkisinin ortadan kaldırılması durumunda meranın üretiminde ve buna bağlı olarak hayvansal üretimde belirgin bir artış ortaya çıkmaktadır (Fynn ve O'Connor, 2000).

Mera yönetimi kavramı bir bilim dalı olarak son 100-150 yıldır başta A.B.D. olmak üzere ortaya çıksa da (Holechek, 1981), mera yönetimi uygulamaları Türklerde tarih öncesi

devirlere kadar dayanmaktadır (Gökkuş ve Gökkuş, 2007; Şen, 2018; Yıldırım, 2018). Ancak yapılan uygulamalar yazılı şekilde kaydedilmediği gibi yeni nesillere de aktarılamadığı için zamanla unutulmuş ve dolayısıyla günümüzde temel niteliğinde olan bazı yöntemler, yapılan araştırmalar ile yeniden belirlenmektedir.

Dinamik bir yapıya sahip olan mera bitki örtülerinin, yönetim planlamalarını yapabilmek için periyodik şekilde izlenmeleri ve envanter oluşturulması gerekmektedir. Meraların bitki örtüleri ile ürettikleri yemin miktar ve kalitesi, arazinin yapısı ve zamana bağlı olarak belirgin değişim gösterdiği için (Koç, 1995) bitki örtüsünün değişim seyrini takip ederek etkin otlatma planları geliştirmek mümkündür. Ülkemizdeki gibi engebeli arazilerde en iyi sonucu veren otlatma sistemi, mevsime uygun otlatma veya yaylak-kışlak otlatma sistemleridir (Altın vd., 2011a). Bu sistemlerin planlanabilmesi için otlatma olgunluğuna ulaşma, yazın geç kuruma veya yeşil kalma gibi fenolojik özelliklerin takibi gereklidir (Altın vd., 2011b; Holechek vd., 2011). Ayrıca karasal iklimlerde yaz kuru döneminden sonra meradaki yem hayvanların yaşama payı ihtiyacını karşılamakta yeterli olmayabilmektedir (Koç vd., 2000b; Meen, 2001). Bu nedenle ekstansif hayvancılık için mera bitki örtülerinin izlenerek ek yemlemeye yönelik planlamalar yapılması ve uygulanması, karlı bir hayvancılık için oldukça önemlidir (Koç vd., 2005; Koç vd., 2014). Meralardaki otun hayvansal üretimdeki yarayışlılığı, tüketilen otun miktarı ve besin değeri ile doğru orantılı olduğundan mera yönetiminde ot üretimi ile otun besin değerinin izlenmesi önemlidir (Koç vd., 2005; Snyman, 2002; Schut vd., 2010; Ren vd., 2016).

Hayvansal üretimde yemin kalitesi, öncelikli olarak sindirilebilir kuru madde ve protein oranı ile ölçülmektedir (Açıkgöz, 2001). Yüksek sindirilebilir kuru madde oranı ruminantların yemden yararlanma oranını artırmakta ve nötr ile asit ortamda çözünebilir lif oranları kullanılarak belirlenmektedir. Ham protein oranının ise ruminantların yaşama payı kritik seviyesi olan % 7'den fazla olması beklenmektedir (Meen, 2001; Koç vd., 2014). Bu özelliklerin iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak büyük değişim sergilemesi nedeniyle merada yemin kalitesi mevsime bağlı olarak ciddi değişim göstermektedir. Bitkilerin büyümeye başladığı dönemden itibaren yağış ve sıcaklık koşullarının uygun seviyeye gelmesiyle birlikte büyümeye başlayan bitkilerde en yüksek yem kalitesi ortaya çıkmakta ve ilerleyen gelişmeyle birlikte azalmaktadır. Özellikle karasal iklimlerde sıcaklığın yüksek seviyelere ulaşarak yağışların kesildiği yaz kuru döneminde de en düşük seviyeye inmektedir

(Koç vd., 2000b; Koç vd., 2014). Bu nedenle yaz kuru döneminde ek yemleme planlarının yapılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Meralarda mevsime bağlı yem kalitesindeki değişimin hızlı ve etkin bir biçimde takip edilmesi bu konuda faydalı olacaktır. Bu sayede mera döneminde yapılacak ek yemleme ile ortaya çıkan olumsuzluklar giderilebilmektedir (Koç vd., 2000b; Koç vd., 2014). Günümüz teknolojisi ile meralardaki yem kalitesinin (ham protein, ADF, NDF vb.) değişimi, uzaktan algılama teknikleri kullanılarak izlenebilmektedir (Starks vd., 2004; Mirik vd., 2005a; Ramoelo vd., 2014).

Dünyada erozyon problemi olan alanların %80'ini meralar oluşturmaktadır (Thurow, 1991). Erozyon ile mera bitki örtüsünün sıklığı arasında yakın bir ilişki vardır. Bitki örtüsünün toprağı kaplama oranı % 30'un altına düştüğünde su erozyonunda belirli bir artış görülmektedir (Marshall, 1973). Ülkemizdeki erosif gücün % 99'undan fazlasının su olduğu ve işlemeli tarıma uygun olmayan alanlarımızın % 88'inden fazlasında erozyon problemi olduğu dikkate alındığında (Koç vd., 1994a) mera bitki örtülerinin sıklığının takibinin ne kadar önemli olduğu kolayca anlaşılmaktadır. Ancak mera varlığımızın mevcut durumu hakkında yeterli bilgi olmadığı gibi doğru yönetim için de yeterli veri tabanı bulunmamaktadır. Oysa alanın tamamı incelenebilse bu konuda daha etkin planlamalar yapabilmek mümkün olacaktır. Ülkemiz meralarının büyük bir kısmının mevcut durumu etkin teknoloji ile haritalanmış olsa da bu haritadaki meraların faydalanılabilir yem üretim (elverişli yem) miktarının ve kalitesinin zaman içerisindeki değişimi, kalan anız miktarı gibi verilere ihtiyaç vardır. Bu nedenle meraların sürdürülebilir şekilde kullanılabilmesi için öncelikle mevcut durumları, ot üretimleri, otlatma başlangıç ve son verme zamanları ile otlayabilecek hayvan sayılarının belirlenmesi hayati önem arz etmektedir.

Ülkemizdeki gibi geniş alanlarda engebeli yapı ve düzensiz bitki örtüsüne sahip olan mera alanlarının saha çalışmaları ile etkin şekilde izlenmesi mümkün olmamaktadır (Andersen, 2006; Sant vd., 2014). Ayrıca saha çalışmaları yüksek iş gücü, maliyet ve zaman gerektirmekle beraber elde edilen sonuçlar, heterojen saha özellikleri yüzünden alana genellenememektedir (Hunt vd., 2003; Weber vd., 2013). Özellikle mevsim geçişlerinin belirgin olarak yaşandığı ve ekstansif hayvancılık yapılan bölgelerde kritik öneme sahip olan bu yersel izleme metodlarının sürekli olarak etkin şekilde yapılması oldukça güçtür.

Günümüzde mera alanlarının izlenmesinde 1950’li yıllarda başlayan uzaktan algılama teknolojilerinin modern sistemleri kullanılmaktadır. Özellikle uydu teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte daha geniş alanlar kısa sürede izlenebilir hale gelmiştir. Meraların etkin şekilde izlenebilmesi için hızlı ve geniş alanlarda nicel ve nitel ölçümlerin yapılmasına doğru bir eğilim ortaya çıkmış ve günümüz teknolojisinde uyduların multispektral görüntü verebilmesi sayesinde vejetasyon indisleri kullanılarak mera bitki örtülerindeki değişimin izlenmesi mümkün hale gelmiştir (Mirik ve Ansley, 2012a). Vejetasyon indislerinden normalize edilmiş vejetasyon farklılık indisi (NDVI), yaklaşık 30-40 yıldır uzaktan algılama çalışmalarında kullanılmakta (Rouse vd., 1973; Zhou vd., 2014) ve bu çalışmalar saha çalışmalarına göre çok daha düşük maliyetli olmaktadır (Hunt vd., 2003). Meralardaki yem kalitesinin (ham protein, ADF, NDF vb.) değişimi, spektrometre, radyometre gibi uzaktan algılayıcı sistemlerle izlenebilmektedir (Starks vd., 2004; Mirik vd., 2005a; Ramoelo vd., 2014). Aynı zamanda erozyona karşı koruyucu bir güç olan topraktaki ölü örtü de (Erkovan vd., 2016) benzer uzaktan algılayıcılarla izlenebilmektedir (Weber vd., 2013).

Geçmişte uydu görüntüleri kullanılarak ülkemizde mera bitki örtülerinin sınıflandırılması yoluna gidilmiş olmakla birlikte, bitki örtüsündeki mevsimlik değişim ve bu yolla yem kalitesinin izlenmesi konusunda çalışma bulunmamaktadır. Bu noktada en önemli konu, uydu görüntüleri ile yapılan sınıflandırmaların, yersel ölçümler, multispektral veya hiperspektral sınıflamalar ile ne kadar uyuşacağını belirlenmesidir. Bu yöntemler ile sağlıklı bir mera izleme (monitoring) programının ortaya konulması durumunda geniş alanlardaki meraları hızlı bir şekilde takip etmek ve yönetim programlarını ulusal çapta etkin bir şekilde uygulamak mümkün olabilecektir.

Bu tez çalışmasında yer ölçümlerinden elde edilen verilerin uydu görüntüleri ile ilişkilendirilmesi ve daha önce yürütülen çalışmalar ile elde edilen sonuçların iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla Sündiken Dağları Bozdağ Yöresi meralarındaki üç farklı topografik pozisyonda (güney, kuzey ve zirve) otlatmaya başlama ve son verme zamanı, elverişli yemin miktarı ve kalitesinin mevsimlik değişimi, mera sağlık ve durum sınıfı için gerekli olan veriler toplanarak bu veriler Sentinel 2A uydu görüntüleri ile ilişkilendirilmiştir. Elde edilen verilerden oluşturulan güncel bilgiler ile mera yönetiminde temel olan otlatma mevsimi ve taşıma kapasitesi verileri üretilmiştir. Ayrıca yem kalitesinin mevsimsel değişimine bağlı olarak mera hayvancılığında ek yemleme planlaması gibi soruların çözümü

için veri tabanı oluşturulmuştur. Bu çalışmadan elde edilen verilerin güvenilirliğinin aynı zamanda ülkemizin diğer yerlerindeki özellikle karasal iklimin hakim olduğu meraların takibinde izlenecek yöntemlerin ortaya konulmasına zemin hazırlayacağı ve ulusal kapsamda etkin mera yönetim planlamaları yapılabilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Doğru yönetim ilkelerini belirlemek için meraların izlenmeleri ve oluşturulacak veri tabanının kullanıcıların ihtiyacını karşılayacak şekilde bir araya getirilmesi gereklidir. Bu konuda gelişen uydu teknolojileri sayesinde meraların yönetim ilkelerinin belirlenebilmesi için daha hızlı şekilde ve geniş alanlarda nicel ve nitel ölçümlerin yapılmasına doğru bir eğilim ortaya çıkmıştır. Bu noktada en önemli konu, uydu görüntüleri ile yapılan sınıflandırmaların yersel ölçümler ile ne kadar uyuşacağını belirlenmesidir. Bu yöntemler ile sağlıklı bir mera izleme (monitoring) programının ortaya konulması durumunda geniş alanlardaki meraları hızlı bir şekilde takip etmek ve yönetim programlarını etkin bir şekilde uygulamak mümkün olacaktır.

Koç (1991), Erzurum'da meranın otlatma zamanlarını ve otun kimyasal kompozisyonunun yıl içerisindeki değişimini belirlemek amacıyla lup metodu yardımıyla yürüttüğü çalışmada bitkilerin toprağı kaplama oranını, botanik kompozisyonu, vejetasyon çalışmalarında kullanılacak en uygun numune sayısını, mera kalite derecesi ve durum sınıfını, mera yem üretim zincirini, bitkilerin boylanma durumlarını, toprak üstü biyomasın yıl içindeki değişimini, merada otlatmaya başlama ve son verme zamanlarını, otlatma kapasitesini, otun ham protein, ham selüloz ve ham kül oranları ile meranın ham protein verimini tespit etmiştir. Çalışma sonucunda kaplılık oranının %41,14 olduğunu, botanik kompozisyonun buğdaygil ağırlıklı olduğunu ve tür sayısını belirlemek için en az 18 lup hattı kullanılmasının uygun olduğunu ifade etmiş ve incelenen mera alanına ait uygun yönetim planlamalarını ortaya koymuştur.

Koç ve Gökkuş (1993), düzensiz veya yanlış kullanılan meralarda özellikle istenmeyen türlerin yaygınlaşması nedeniyle bozulmanın arttığını ve meraların istilacı türler tarafından işgal edildiğini belirtmişlerdir. İstilacı türlerle mücadelede kimyasal mücadelenin ekonomik ve topografik sebeplerle uygulanabilirliğinin düşük olduğunu ifade eden araştırmacılar, biyolojik mücadelenin bir alternatif olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu amaçla koyunların dikotiledonlarla, sığırların tek yıllık buğdaygillerle ve keçilerin de çalimsı ve odunsu türlerle mücadelede kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu sayede aynı zamanda hayvansal üretimde de azalmaya sebep olmadan istilacı türlerle mücadele edilebileceğini

belirten araştışıcılar bu uygulamada bitki örtüsünün ve çeşitliliğin yok edilmeden korunmasına dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Topografik zellikler ile toprak nem ve sıcaklığının mera bitki örtüleri üzerine etkilerini araştıran Koç (1995), bakılar arasında farklı ışıklanma özelliğine bağlı olarak toprak nemi ve sıcaklığındaki değişimlerin toprak kaplılığı ile bitki örtüsünde önemli değişimlere neden olduğunu ifade etmiştir. En düşük kaplılığın güney bakılarda ve en düşük kalite derecesinin zirvelerde olduğunu belirten araştışıcı, güney bakılarda otlatma olgunluğuna daha erken ulaşılırken kuzey bakılarda daha geç ulaşıldığını belirlemiş ve ayrıca bitki örtüsündeki değişimlerde sıcaklığa göre toprak neminin daha belirleyici olduğunu eklemiştir.

Mera kullanımına bağlı olarak vejetasyondaki değişiklikleri belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada (Evans vd., 1997) mera alanı farklı kullanım şekillerine göre sınıflanarak vejetasyonları izlenmiş ve kullanım şekilleri yanında yağış ve eğim farklılıklarının da vejetasyonu doğrudan etkilediği kaydedilmiştir. Çalışmada 285 farklı lokasyonda mart – haziran ve eylül – kasım ayları arasında ölçümler yapılmıştır. Vejetasyon ölçümlerinde 10 x 10m’lik kuadrat kullanan araştışıcılar çalışma sonucunda ağır otlatılan alanlarda tür bileşiminin bozulmasına bağlı olarak istilacı tür oranının arttığını belirlemişlerdir. Bunun sonucunda da otlayan hayvanların belirli bölgelerde yoğunlaşarak çiğneme zararı meydana getirdiğini ve bu durumun mera bozulması ile sonuçlandığını belirtmişlerdir.

Vickery vd. (1997), Avustralya’daki yapay meraları bitki örtülerinin gelişim hızlarına göre sınıflandırarak bu farklılığı Landsat MSS ve Landsat TM uydularının kırmızı, yeşil, mavi ve yakın kızılötesi bantlarını kullanarak uzaktan algılama ile tahmin etmeyi planladıkları çalışmalarında % 33 doğruluk oranı elde etmişlerdir. Gelecek dönemlerde daha fazla spektral banda sahip uydu alıcılarının geliştirilerek kullanılmasıyla, vejetasyon zelliklerinin NDVI veya bundan türetilecek vejetasyon indeksleriyle yüksek doğrulukta daha detaylı incelemelerinin yapılabileceğini öngörmüşlerdir.

Bakoğlu vd. (1999a, 1999b), mera alanındaki baskın türlerin biyomaslarının büyüme dönemi boyunca değişimlerini izlemek amacıyla Erzurum’da yaptıkları çalışmalarda, 2

Mayıs ile 6 Temmuz arası birer hafta arayla ve yaz ortasından 26 Ekim'e kadar da 2'ser hafta arayla baskın türlerden örnek almışlardır. Bitkilerde başlangıçta yüksek olan yaprak oranlarının sapa kalkma döneminden sonra azalarak sap oranının arttığını belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda buğdaygillerin, diğer türlerden daha önce sapa kalkma dönemine girdiğini ancak çiçeklenmeye daha geç ulaştıklarını tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmanın ikinci kısmında alınan örneklerin her biri üzerinde ham protein (HP), ham selüloz (HS), K, Ca, Mg, P oranlarını belirleyerek K/(Ca+Mg) oranını da hesaplamışlardır. Çalışma verilerine göre tüm bitkilerde büyüme başlangıcında yüksek olan HP, K, P ve Mg oranları büyüme ilerledikçe azalırken HS oranı gelişme ilerledikçe artmıştır. Başlangıçta düşük olan Ca oranı çiçeklenmeye kadar artış göstermiştir.

Jobbagy ve Sala (2000), mera alanının toplam ot üretimini hesaplamak için yaptıkları bir çalışmada alanı temsil edecek şekilde her biri 5 x 0,2 m ölçülerinde (1m²) olan 20 parselden örnekleri hasat ederek 3 sınıfa ayırmışlar (yeşil, yeni ölmüş, uzun süredir ölü) ve fırında kurutarak kuru ot üretimini hesaplamışlardır. Yıllık üretimi belirlemek için örnekleri büyüme mevsiminin sonunda almışlardır. Ancak mevsimsel üretimi tahmin edebilmek için sadece buğdaygillerde olmak üzere bu işlemi yılda 3 – 5 kere tekrar etmişlerdir.

Toprak üstü üretimin, yem elverişliliği ve mera kapasitesini belirttiğini ifade eden Paruelo vd. (2000), çalışmalarında bu özelliğin mevsimsel ve yıllar arası değişiminin izlenmesi gerektiğine vurgu yapmışlardır. Araştırmacılar bu özelliğin uzaktan algılama yoluyla izlenebilirliğini incelemek için NOAA/AVHRR ve Landsat TM uydularından türetilen NDVI verileri ile üretim arasındaki ilişkiyi hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda üretim ile her iki algılayıcıdan türetilen NDVI verileri arasında doğrusal bir ilişki tespit etmişlerdir. Üretimdeki değişimin NOAA/AVHRR NDVI verileri ile % 71 oranında ve Landsat TM NDVI verileri ile % 74 oranında açıklanabildiğini ifade etmişlerdir. NOAA/AVHRR NDVI verilerinin mevsimsel değişimi daha iyi açıkladığını ancak lokasyonlar arası değişimin ise en doğru şekilde Landsat TM ile açıklandığını belirlemişlerdir.

Doğal mera bitki örtülerinin vejetasyon etütlerinin yapılmasında kullanılan yöntemler arasındaki farklar ile en uygun örnekleme sayılarını belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada (Çakal, 2003) lup, transekt, tekerlekli nokta ve modifiye edilmiş tekerlekli nokta yöntemleri ele alınmıştır. Toprağı kaplama oranı bakımından metotlar

arasında önemli farklılık olduğunu ve aynı alanda tekerlekli nokta yönteminde kaplılığın en yüksek ve transekt yönteminde en düşük olarak bulunduğunu belirten araştırmacı, yöntemlere göre 25-55 örnek sayısının % 5 hata ile ölçüm yapmak için en uygun olduğunu ifade etmiştir. Çalışma sonucunda dar alanlar için en uygun metodun transekt olduğunu fakat geniş alanlarda diğer tüm metodların kullanılabileceğine vurgu yapmıştır.

James vd. (2003), meraların mevcut durumlarının sürdürülebilmesi ve geliştirilmesi için periyodik olarak izlenmelerinin önemli olduğunu vurgulamışlardır. Meraların izlenmesini; toprak, bitki, iklim, otlayan hayvanlar ve üzerindeki yaban hayatın devamlı olarak takip edilerek değişikliklerin kaydedilmesi ve bu faktörlerin birbiriyle ilişkilendirilmesi olduğunu belirten araştırmacılar, günümüzde bu işlemlerin teknoloji yardımıyla dijital görüntüler üzerinde yapılabildiğini ifade etmişlerdir.

Mera vejetasyon ve toprak özelliklerinin eğim boyunca değişimini inceleyen Öztaş vd. (2003), ağır otlatılan ve erozyona maruz kalan alanlarda zirveye çıktıkça kaplılığın ve arzulanan türlerin oranının azaldığını belirlemişlerdir. Eğim boyunca farklı pozisyonlar arasında mera kalitesi bakımından istatistiki bir fark olmadığını ancak genellikle zirvede kalite derecesinin daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Kompozisyondaki buğdaygil oranının %50'nin altında olmasını ağır otlatmanın bir göstergesi olarak ifade eden araştırmacılar, inceledikleri tüm ağır otlatılan lokasyonlarda tek yıllık buğdaygil oranının %50'den az olduğunu rapor etmişlerdir.

Mera vejetasyonlarının tanımlanması ve sınıflandırılmasında orta çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanılması konusunda çalışan Cingolani vd. (2004), bu konuda öncelikle ekolojik olarak bir anlam ifade eden birimlerin belirlenmesi, bu birimlerin spektral yansıma değerlerinin kullanılması ve sınıflandırma amacıyla da geleneksel yöntemlerin yanında maksimum benzerlik ve diskriminant fonksiyonların kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Araştırmalarında Orta Arjantin'in dağlık mera alanlarındaki 251 noktadan yaptıkları örnekleme ile Landsat görüntülerini kullanarak 14 farklı toprak örtü sınıfı belirlemişlerdir. Arazi örnekleme ile yaptıkları doğrulama sonucunda yansıma değerlerinin diskriminant fonksiyonlarla kullanıldığı yöntemin daha başarılı (% 86) olduğu sonucuna varmışlardır.

Otlatma sistemlerinin planlanmasında kritik öneme sahip olan gelişim hızını, otlanan bitki örtüsünün belirli bir süre içerisinde ürettiği kaba yem miktarı olarak ifade eden Hill vd. (2004), bu özelliği uzaktan algılama yoluyla tahmin edebilmek amacıyla Avustralya’da yürüttükleri çalışmada AVHRR NDVI verilerini denemişlerdir. Çalışma sonucunda yapay meraların gelişim hızını (ortalama $r^2=0,69$) başarıyla tahmin eden araştırmacılar, bu yöntemin mevsimsel otlatma yapılan meralarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Güney Afrika savanlarında ot kalitesinin konumsal değişimini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada Mutanga vd. (2004), toprağı kaplama oranını belirlemek için transekt yöntemini kullanmışlardır. Yaş ot verimini ağırlık üzerinden hesaplamak için her parselde rastgele olacak şekilde 3’er adet $1m^2$ ’lik çerçevelerin içerisinde kalan kısmı biçerek almışlardır. Ot kalitesini belirlemek amacıyla her parselde biçilen ot örneklerini $70^{\circ}C$ ’de 24 saat boyunca kurutarak işleme almışlardır. Çalışma sonucunda ot kalitesi ile eğim, bakı, kütle verimi ve toprağı kaplama oranı arasında yüksek ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Starks vd. (2004), kaba yem kalitesini uzaktan algılama yoluyla belirlemeye çalıştıkları araştırmada hiperspektral kameraya sahip spektoradyometre ile *Cynodon dactylon* türüne ait kaba yemin ham protein, NDF ve ADF oranlarını yakın kızılötesi yansıma değerleri ile ilişkilendirmişlerdir. Yansıma değerlerini doğrulayabilmek amacıyla klasik yöntemleri kullanarak aynı kalite özelliklerini test etmişlerdir. Sonuçta ham protein oranı için $r^2=0,83$, NDF oranı için $r^2=0,71$ ve ADF oranı için $r^2=0,79$ değerlerini elde etmişlerdir. Araştırmacılar çalışma bulgularına dayanarak benzer özellikte kameralara sahip diğer algılayıcılarla meralar gibi geniş alanlarda yem kalitesinin tahmin edilebileceğini ifade etmişlerdir.

Meralarda farklı kullanım teknikleri uygulanabilmesi için verim ve yem kalitesi değerlerinin bilinmesi gerektiğini vurgulayan Kading vd. (2005), bu bilgilerin geniş alanlarda kısa sürede tahmin edilebilmesi amacıyla model geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırmalarında meradaki mevcut kullanım teknikleri yanında verim ve kaliteyi etkileyen diğer bazı parametreleri de modele dahil ederek çalıştırdıklarında tolere edilebilir bir hata ile ($r^2=0,735$) tahmin yapılabildiğini ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda verim ve yem

kalitesini etkileyen en önemli faktörlerin bitki kompozisyonu, toprak nemi, kullanım şekli ve gübreleme olduğunu belirlemişlerdir.

Meranın durumunu belirlemeye yönelik olarak yapılan bir çalışmada Koç vd. (2005), kofalı ve kofasız olarak ayrılan iki farklı mera üzerinde Modifiye Edilmiş Tekerlekli Nokta Metodu'nu kullanarak her biri 100 örnek noktasından oluşan 100 hatlık ölçüm yapmışlardır. Ölçüm sırasında dip kaplama alanlarını esas almış ve bu ölçüm verilerine göre bitki örtüsünün tür kompozisyonu, toprağı kaplama oranları, mera durum sınıfı, taşıma kapasitesi değerlerini hesaplamışlardır. İki ayrı meranın farklılıklarının önem seviyelerini belirlemek için verileri onarlı alt gruplara ayırıp oransal verilere karekök dönüşümü uygulayarak tümüne t testi yapmışlardır. Bu sayede iki farklı mera arasında karşılaştırma yapmışlardır. Çalışma sonucunda kofasız kesimin “zayıf” ve kofalı kesimin “orta” sınıfta olduğunu belirlemişlerdir.

Mirik vd. (2005a), 1 x 1m çözünürlükteki hiperspektral uzaktan algılayıcı sensör ile meraların yem kalitesini belirlemede geleneksel yöntemlere göre sürenin kısılacığını ve örnekleme hatalarının azalacağını ifade etmişlerdir. Yürüttükleri çalışmada 1 x 1m çözünürlükteki hiperspektral algılayıcılar ile meradaki yemin azot, fosfor ve NDF oranlarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Örnekleme noktalarını seçerken kaplılık ve tür çeşitliliği yanında, kurak, yarı kurak ve nemli bölgeleri ayrı ayrı dikkate almışlardır. Elde ettikleri yansıma verileri ile SRTVI ve NDTVİ indekslerini uygulamışlardır. Yansıma ile oluşturdukları indeks verilerini yersel verilerle ilişkilendirmişlerdir. Çalışma sonucunda SRTVI ile azot ($r^2=0,7$), fosfor ($r^2=0,65$) ve NDF ($r^2=0,87$) arasında güçlü bir doğrusal ilişki tespit ederken bazı alanlarda da SRTVI ve NDTVİ indeksleri kuru madde üzerinden yapılan analiz sonucunda zayıf bir doğrusal ilişki ($r^2<0,3$) olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu zayıf ilişkinin sebebini kuru maddenin biyokimyasal sinyaller ile toplam bitki kütlesi ve su içeriğinin çok değişken olmasına bağlamışlardır. Bununla birlikte kaplılığı düşük meralarda fotosentetik olmayan vejetasyon (sap, ölü örtü, vs.) ile farklı bitki türlerinin yansımasının farklı olmasının da etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Diğer bir çalışmada Mirik vd. (2005b), 1 x 1m çözünürlüklü hiperspektral algılayıcı ile meradaki toplam ve canlı kütle yanında ölü örtü, buğdaygil, buğdaygil dışı otlar, sazlıklar, çalılar ve inceledikleri merada yaygın olan söğüt biyomaslarını da ayrı ayrı tahmin etmeye

çalışmışlardır. Araştırmacılar yansıma değerlerinden ürettikleri SRTVI ve NDTVİ verileri ile yersel verileri ilişkilendirerek sonuca varmaya çalışmışlardır. Çalışma sonucunda SRTVI ya da NDTVİ indeksleri ile toplam kütle ($r^2=0,87$), canlı kütle ($r^2=0,84$), sazlık kütlesi ($r^2=0,77$) ve söğüt kütlesi ($r^2=0,66$) arasında önemli ilişkiler bulmuşlardır. Ancak buğdaygil kütlesi ($r^2=0,51$) arasındaki ilişkilerin zayıf olduğunu ifade etmişlerdir. İnceledikleri kütle yansıma değerlerinin muhtemelen birbirleri ve ölü örtü ile karışmaları nedeniyle ilişkinin zayıf olduğunu öne sürmüşlerdir. Çalı kütlenin yansıma değerleri ile indeksler arası ilişkiyi zayıf ($r^2=0,30$) bulmuşlardır. Çalı kütlesindeki fotosentetik ve fotosentetik olmayan kısımların karışması ve çalılarının belirsiz spektral imzası nedeniyle düşük bir ilişki olduğunu açıklamışlardır. Yöntemin bazı mera örtüsünün kütlesini düşük hata ve yüksek ilişki katsayısı ile tahmin etmede yararlı olduğunu eklemişlerdir.

Hunt ve Miyake (2006), 1 km² konumsal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinde NDVI indeksini kullanarak Wyoming Eyaleti'ndeki meraların net birincil üretimi ve durumunu belirlemeye çalışmışlardır. NDVI indeksi ile mera vejetasyonu durumlarının tahmin edilebildiğini ifade eden araştırmacılar, yöntemin geliştirilmesi ve daha yüksek konumsal çözünürlüğe sahip görüntülerin kullanılmasıyla mera durumu, yönelimi ve otlatma kapasitesi gibi mera yönetim ilkelerinin yüksek doğrulukla tahmin edilebileceğini belirtmişlerdir.

Przeszlowska vd. (2006), ABD'nin Colorado Eyaleti'nde bulunan deneme meralarının ağır, orta ve hiç otlatılmayan alanlarında bitki kaplılık oranını ifade eden yeşil alan indeksinin farklı uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmesinde doğruluk payı ve ekonomikliğini değerlendirmeye çalışmışlardır. Yersel yöntemlerle elde ettikleri yeşil alan indeksi değerlerini, multispektral radyometre yardımıyla elde ettikleri NDVI ve SAVI (soil adjusted vegetation index) değerleri ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca kırmızı bant yansıması, dijital kamera ve lazer nokta yöntemiyle elde ettikleri değerleri de yersel verilerle ilişkilendirmişlerdir. Yersel çalışmalarda bitkilerin toprağı kaplama oranlarını beklenen şekilde ağır otlatılan merada en düşük, orta derecede otlatılan merada orta ve otlatılmayan merada en yüksek olarak tespit etmişlerdir. Bitkilerin toprağı kaplama oranı bakımından uzaktan algılama ile elde edilen değerler ile yersel veri arasında r^2 değerlerini sırasıyla en yüksek kırmızı bant (0,76), SAVI (0,73), NDVI (0,72), dijital kamera (0,72) ve lazer nokta (0,63) şeklinde tespit etmişlerdir. Ancak kırmızı bant ölçümünün özellikle toprak özellikleri

ve nem değişkenliğine karşı hassas olmadığını belirtmişlerdir. Maliyet açısından parsel başına en pahalı yöntemin yersel ölçüm (225\$), sonrasında diğital kamera (53\$), lazer nokta (27\$) ve multispektral radyometre (11\$) olduğunu belirlemiş ve bitki örtüsüyle kaplılık hesaplamasında multispektral radyometre ile uzaktan algılama sistemlerinin kullanılabileceğini önermişlerdir.

Kars ili meralarında kalite, kütle üretimi, otlatma kapasiteleri ve hayvan izleme olanaklarını araştırmak amacı ile yürüttükleri çalışmada Bozkurt vd. (2008) 3 farklı rakımdaki mera alanlarında vejetasyon dönemi boyunca yersel örnekleme yaparak örnekleme sonuçlarını Landsat 5 ve Landsat 7 uydu görüntüleri yardımıyla sınıflandırmış ve mera yönetiminde kullanılabilmesi amacıyla tematik haritalar oluşturulmuşlardır. Çalışma sonucunda farklı rakımlardaki mera alanlarında kütle üretimi ve besleme değerleri değişirken, protein ve kuru madde oranlarının sabit kaldığı, düşük rakımlarda otlatma döneminin daha erken başladığı ve farklı rakımlarda türlerin vejetasyona katılma oranlarının değişiklik gösterdiği belirtilmiştir. Farklı topografik özelliklere sahip alanlar haritalanarak bu alanlarda otlatma zamanı ile otlatma kapasiteleri belirlenmiş ve bölgeye ait meraların otlatma planlamalarının oluşturulan tematik haritalara göre yapılması tavsiye edilmiştir.

Yaylacılık sisteminin botanik kompozisyon, toprağı kaplama oranı, toprak agregat stabilitesi ve otun kimyasal içeriğine etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada omaklı vd. (2008), botanik kompozisyonu belirlemek için transekt yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda mera durumu ile verimi arasında bir ilişki olduğunu, aşırı ve zamansız otlatmanın merada verimliliği azaltığını tespit etmişlerdir. Meralar zerindeki otlatma baskısını azaltmak için doğru yönetim planlamalarının yapılarak uygulamaya konulması gerektiğini vurgulamışlardır.

Vejetasyon indekslerinin en eski uzaktan algılama çalışmalarından birisi olduğunu ifade eden Glenn vd. (2008) teorik ve arazi çalışmalarına göre vejetasyon indekslerinin bitki örtüsü tarafından soğrulan fotosentetik aktif radyasyon ile doğrusal bir ilişkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu sayede fotosentez ile ilişkili birçok sürecin (fenoloji, birincil üretim, net karbon bağlama, vs.) uzaktan algılama ile izlenebileceğini ne sürmüşlerdir. Vejetasyon indislerinin yeşil bitkilerin yoğunluğunun llmesine imkân verdiğini, ancak

bu verilerin doğru şekilde bilgiye dönüştürülebilmesi için mutlaka yersel verilerle kombine edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Chen vd. (2009), kaplılık oranı yüksek olan meraların kütle miktarlarının tahmin edilmesinde kullanılan uzaktan algılama tekniklerini karşılaştırarak tahmin doğruluğunun nasıl artırılabilirliğini araştırmışlardır. Yersel spektrometre ölçümleri ile elde ettikleri kırmızı kenar ve yakın kızılötesi bantlarının alt ve üst yansıma sınırları dahilinde olmak üzere bilinen vejetasyon indekslerini modifiye ederek kütle ile doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar her ne kadar en doğru tahminlerin modifiye edilmiş NDVI ile yapıldığını ifade etseler de, ilişki $r^2=0,27$ ile düşük seviyede kalmıştır. Çalışma sonucunda özellikle kaplılık oranı yüksek olan meralarda kütle tahmin doğruluğunu artırmak için bu yöntemlerin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Erkovan vd. (2009), yaklaşık 30 yıllık süredir otlanan ve korunan iki farklı mera alanındaki kütle üretimi ve kalitesinin mevsimsel değişimini incelemek amacıyla yürüttükleri çalışmada otlanan alandaki yıllık ortalama kütle miktarı ile mevsimsel değişim miktarının daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Otlamayan alanda ham protein oranının bitki gelişimi ile birlikte azalırken NDF ve ADF oranlarının arttığını belirten araştırmacılar, otlanan alanda da NDF ve ADF oranlarının mevsim ilerledikçe arttığını ancak ham protein oranında önemli bir değişim olmadığını, dolayısıyla otlatma ile ham protein oranının belirli bir seviyede seyrettiğini belirlemişlerdir.

Karasal ekosistemlerin izlenmesinde en çok kullanılan iki göstergenin bitki örtüsü ve bileşimi olduğunu belirten Godinez-Alvarez vd. (2009), farklı mera alanlarında tür bileşeni ve kaplama oranlarının belirlenmesi için genel olarak kullanılan 3 yöntemi karşılaştırmışlardır. Bu amaçla grid-nokta yöntemi, hat nokta yöntemi ve oküler hesaplama yöntemlerini uygulayarak sonuçlarını değerlendirmişler ve en iyi sonuç veren yöntemin hat nokta yöntemi olduğunu belirtmişlerdir.

Altın vd. (2010), Tekirdağ ili sınırlarındaki taban ve kıraç olmak üzere iki farklı merada gübrelemenin botanik kompozisyon ve ot verimlerine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla her parselde şerit ve nokta yöntemleri ile 80'er adet ölçüm yaparak botanik kompozisyonları takip etmişlerdir. Ot verimlerini belirlemek amacıyla her parsele 1,10 x

1,10 = 1,21m² ölçülerinde 20 kafes yerleştirmişler ve bitkilerin çiçeklendiği dönemde kafes içerisinde 0,5 x 0,5 = 0,25m² alanı makas ile normal anız yüksekliği bırakarak biçmişlerdir. Çalışma sonucunda gübrelemenin botanik kompozisyondaki baklagil ve buğdaygil oranları ile verimi arttırdığını ve bu sebeple doğal meraların ıslahında gübrelemenin göz ardı edilemez olduğunu ifade etmişlerdir.

Meralardan en iyi şekilde faydalanırken doğal kaynakların korunabilmesi için güncel konumsal bilgiler, mevcut durum ve otlatma yoğunluğu bilgilerinin gerekli olduğunu belirten Kurtz vd. (2010), bu bilgilerin uzaktan algılama yoluyla elde edilebilirliğini araştırdıkları çalışmalarında çok zamanlı Landsat uydu görüntülerini kullanmışlardır. Otlatma yoğunluklarını belirlemede çıplak toprak, ot yüksekliği ve ölü materyali dikkate alan araştırmacılar, geçmişe ait arazi doğrulaması verileri ile yansıma değerleri arasındaki korelasyon analizine göre meraların toprak üstü kütle üretimlerini tahmin etmişlerdir. Analiz sonucunda NDVI ile toprak üstü kütle arasındaki ilişkiyi önemli fakat zayıf ($r^2=0,50$) bulmuşlardır. Çalışma sonucunda uydu görüntüleri ile arazi kaplılık haritası ve farklı otlatma yoğunluklarının belirlenebildiğini ifade etmişlerdir. Uzaktan algılamada çalışma başarısının tamamen sensör kalitesine ve uydu frekansına bağlı olarak etkilendiğini ve daha gelişmiş uydu sensörlerinin kullanımı ile farklı sezonlarda yapılacak ölçümler ile daha yüksek doğrulukta sonuçların elde edilebileceğini belirtmişlerdir.

Brinkmann vd. (2011), Arap Yarımadası'nda kurak ve yarı-kurak arasında değişen Al Jabar Al Akhdar meralarında toprak üstü üretkenlik ve insan zararını uzaktan algılama ve envanterlere göre belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, Landsat uydu görüntüleri ile yersel verileri kullanmışlardır. Toprak üstü net kütle üretiminin elverişliliği ile konumsal dağılışını farklı bitki indeksleri (NDVI, SAVI, MSAVI, WdVI) ile inceleyerek en iyi sonucun NDVI ile alındığını belirtmişlerdir. Yine çalışma sonucunda özellikle yarı kurak dağlık bölgelerde mera vejetasyonundaki değişimlerin en iyi uydu kaynaklı uzaktan algılama yöntemleriyle izlenebileceğini ifade etmişlerdir.

Otlatma sistemlerinin planlanmasında otlatma olgunluğuna ulaşma, yazın yeşil kalma veya geç kuruma gibi fenolojik özelliklerin takip edilmesinin önemini vurgulayan Holechek vd. (2011), meraların uygun yönetim ilkelerini belirlemek için bu faktörlerin incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bunun için meraların gözlemlenmesi ve envanterler

oluşturulmasının önemli konular olduğunu, sağlıklı bir mera takip (monitoring) programının ortaya konulması durumunda meraları takip etmenin ve yönetim programlarını etkin bir şekilde uygulamanın mümkün olacağını ifade etmişlerdir.

Molinar vd. (2011), 38 yıl boyunca otlamış ve otlanmamış olarak ayrılan aynı bölgedeki iki farklı mera alanı üzerinde bitki örtüsü bileşiminin sıklığı ve ekolojik durum puanlarının farklılığını incelemişlerdir. Bu sayede bitki örtüsünün uzun süre boyunca yöneliminin nasıl değiştiğini tespit etmeyi hedefledikleri çalışmada 6 farklı yılda 7 farklı bölgede örnekleme yapmışlardır. Bu amaçla her parselde 5 adet 30,5 metrelik transekt hattı üzerinde 30,5 cm aralıklarla 100 adet noktada 1,91 cm kalınlığında lup ile erken ilkbahar ve geç sonbahar dönemlerinde bitki örtüsü ölçümünü yapmışlardır. Çalışma sonucunda kullanılan lup yönteminin otlamış ve otlanmamış alanlarda tür bileşiminin zamanla değişimini iyi yansıttığını ifade etmişlerdir.

Ünal (2011), Çankırı ili meralarının canlı kütle üretimi ile üretimin zamansal değişimini uzaktan algılama teknikleri ile tahmin etmek amacıyla yürüttüğü çalışmada FAO'dan sağlanan maksimum NDVI yansıma verileri yardımıyla üretilen Işık Kullanım Etkinliği Modeli'ni kullanmıştır. Araştırma alanının genelini temsil edecek konumdaki yersel doğrulama noktaları ile NDVI verileri yoluyla üretilen modeli ilişkilendirerek % 69 oranında tahmin edilebilirlik elde etmiştir. Enterpolasyon tekniği ile sonuçları il geneline yayarak canlı kütle üretim haritaları oluşturmuş ve eğilim analizi ile yaptığı yorumlamada canlı kütle üretiminin yıllık ortalama $0,87 \text{ g/m}^2$ azalış eğiliminde olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacı, botanik kompozsyondaki odunsu türler ve bitki örtüsü ile kaplı olmayan alanların doğruluk oranını azalttığını ve daha yüksek doğrulukta tahmin yapılabilmesi için topografik özellikler ile tür bileşeni bilgilerinin de dahil edileceği modellerin oluşturulması gerektiğini ifade etmiştir.

Avağ vd. (2012) yönetiminde farklı kurum ve kuruluşların katılımı ile yürütülen Ulusal Mera Kullanımı ve Yönetimi Projesi sonucunda uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak ülke mera varlığının büyük çoğunluğunu kapsayan mera alan, durum ve sağlık sınıfı haritası üretilmiştir. Buna göre ülke meralarının yaklaşık % 1 kadarının çok iyi, % 11,5'inin iyi, % 51,5'inin orta ve % 36'sının da zayıf sınıfta yer aldığına vurgu yapılmıştır.

Duan vd. (2012), Kuzey Tibet Alpin meralarında farklı otlatma baskıları altındaki *Stipa purpurea* bitkisinin yansıma değerlerindeki değişimin kaplama oranı ve kütle üretimi gibi özelliklerle arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmalarında el spektrofotometresi ile aldıkları yansıma değerlerinden türettikleri farklı bitki örtüsü indekslerini (NDVI, RVI, RDVI, SAVI, OSAVI, MSAVI) mukayese etmişlerdir. Araştırmacılar, inceledikleri Alpin meralar için OSAVI ile en yüksek doğrulukta ($r^2=0,602$) kütle üretimi tahmini yapılabildiğini belirtmişlerdir.

Mirik ve Ansley (2012 a), Kuzey Teksas'ta *Prosopis glandulosa* istilacı türünün bitki örtüsündeki yayılışını tespit etmek amacıyla yürüttükleri çalışmada yersel ölçümler ile yüksek konumsal çözünürlüklü hava fotoğraflarını karşılaştırmışlardır. Yersel ölçümler ile tespit edilen bitki dağılışının hava fotoğrafları ile oldukça uyduğunu ($r^2 \geq 0,95$) belirtmişlerdir.

Mirik ve Ansley (2012b), mera alanında otsu ve odunsu örtü tipleri ile 800 km² gibi geniş bir alanda odunsu bitki olan mesquite (*Prosopis glandulosa*) istilasını belirlemede uydu görüntüleri (30 x 30m konumsal çözünürlük) ve hava fotoğraflarını (1m² konumsal çözünürlük) karşılaştırmışlardır. Dört farklı örtü tipini belirlemede (mesquite, buğdaygil, çıplak toprak ve diğer) doğruluk oranları ve kappa katsayılarını uydu ve hava görüntüleri için sırasıyla % 94 - % 87 ve 0,89 - 0,77 olarak bulmuşlardır. Türlerin istila oranlarını belirlemede çok geniş aralık vermesi nedeniyle 30 x 30m çözünürlüklerin 1 x 1m çözünürlükle karşılaştırıldığında uygun olmadığını belirtmişlerdir.

Suzuki vd. (2012), yaptıkları çalışmada otlanan bir merada botanik kompozisyonun dağılımını ve çok yıllık çimin toplam yeşil aksamını belirleyerek bunu hiperspektral görüntüleme sisteminde farklı bant birleşimleri modeli ile ilişkilendirmeyi denemişlerdir. Bitki aksamalarını tanımlamak için NDVI indeksi kullanarak doğrusal diskriminant analiz yöntemi ile 3 farklı bitki sınıfı oluşturmuşlardır (çok yıllık çim, ak üçgül ve diğer bitkiler). Bitki türleri veya tür gruplarını oluşturmada ortalama % 91,6 ve ayırt etmede % 80,3 başarı sağlamışlardır. Çok yıllık çimin toplam yeşil aksamını kısmi en az kareler regresyonu analizi ile belirleyerek gözlenen değerlere göre belirleme katsayısını da 0,6 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda hiperspektral görüntüleme sistemleri ile meralarda bitki örtüsünün yüksek konumsal çözünürlükle izlenebileceğini belirtmişlerdir.

Meranın izlenmesi ve yorum yapılması için en önemli faktörün bitki örtüsü olduğunu belirten Ünal vd. (2013), bitki örtüsünü izlemek için anahtar türlerin belirlenmesinin gerekliliğine dikkat çekmişlerdir. Bu amaçla yürüttükleri çalışmada modifiye edilmiş tekerlekli nokta metodu ile vejetasyon etüdü yapmışlardır. Toplamda 185 tür tanımlamış fakat Compose programı ile bozulma modeli için potansiyel anahtar olabilecek 50 tür tespit etmişlerdir. Bunlar üzerinde D istatistiği ile regresyon analizi yaparak, 7 türü (*Poa pratensis*, *Poa alpina*, *Chrysopogon gryllus*, *Festuca valesiaca*, *Bromus cappadocicus*, *Stipa holosericea* ve *Cynodon dactylon*) mera etki değişimi ile ilişkilendirilir olarak tanımlamışlardır. Meradaki bozulmanın işaretçisi olacak diğer bir göstergesi de çıplak toprak olarak ifade etmişlerdir. Çalışma sonucunda Orta Anadolu meralarında yapılacak izleme çalışmalarında bu 7 tür ve çıplak toprağın gösterge olarak kullanabileceğini belirtmişlerdir.

Mera biyokütle üretiminin uzaktan algılayıcı sensörler ile tahmin edilmesinde yansıma değerleri ile biyokütle verileri arasında farklı regresyon analizleri ile en yüksek ilişkiyi tespit etmeye çalışan Darvishzadeh vd. (2014), verilere kısmi en küçük kareler, temel bileşenler ve en küçük kareler destek vektör makine regresyon analizlerini uygulamışlardır. El spektrometresi kullanarak aldıkları yansıma değerleri ile mera kütle üretimi arasındaki ilişkiyi kısmi en küçük kareler, temel bileşenler ve en küçük kareler destek vektör makine regresyon analizleri sonucunda sırasıyla $r^2=0,86 - 0,31 - 0,88$ olarak belirlemişlerdir. Çalışma bulgularına dayanarak araştırmacılar, yansıma değerleri ile farklı meralardaki yaş kütle üretimini tahmin etmek için farklı regresyon analizlerinin kullanılmasının faydalı olacağını belirtmişlerdir.

Ramoelo vd. (2014), merada beslenen hayvanların beslenme düzenlerinin belirlenmesinde kritik öneme sahip olan yaprak azotunun, mera kalite göstergesi olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Bu değişkenin geleneksel yöntemlerle yersel olarak belirlenmesinin zaman alıcı ve meşakkatli olduğuna dikkat çeken araştırmacılar, yaprak azotunun özellikle kurak mevsimlerde uzaktan algılama tekniği ile uydu görüntülerinden yararlanarak belirlenebilme ihtimalini araştırmışlardır. Bu amaçla nemli ve kurak sezonlarda meralarda yersel örnekleme yaparak elde ettikleri verileri Worldview 2 uydusunun aynı tarihlerde verdiği görüntülerle tahmin etmeye çalışmışlardır. NDVI ve SR (simple ratio)

indekslerini nemli ve kurak sezonlarda denedikleri çalışma sonucunda, nemli sezonda yaprak azotundaki değişimin SR ile % 90'ının açıklanabildiğini ancak sezonun tamamında en başarılı indeksin % 62 açıklanabilirlik ile NDVI olduğunu ifade etmişlerdir. Meralarda sezon boyunca yaprak azotunun değişiminin geniş alanlarda belirlenebilmesi için Sentinel 2 gibi uydularla geniş alanlarda çalışılması ve tüm sezonu içeren modellerin geliştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Meraların üretim miktarlarındaki azalma çoğunlukla doğal olmayan sebeplerle olmakta ve bu durum meraları bozulma eğilimine yöneltmektedir. Reeves ve Baggett'e (2014) göre bu değişimi uzaktan algılama teknikleriyle arşiv görüntüler kullanarak belirlemek mümkündür. Araştırmacılar, yürüttükleri çalışmada MODIS uydusunun 12 yıllık arşiv görüntülerinden üretilen maksimum yıllık NDVI verilerinin değişimini inceleyerek geçmişte alınan kaynak bilgiler ile karşılaştırmışlar ve meralardaki bozulma eğiliminin bu yöntemle belirlenebileceğini ortaya koymuşlardır. Ancak kısa mesafelerde değişimin fazla olduğu ya da küçük alanlara bölünerek yönetilen meralardaki değişimin belirlenebilmesi için yüksek çözünürlüklü görüntüler kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Zhou vd. (2014), Kuzey Çin bölgesindeki meralarda uydu görüntüleri yardımıyla birincil üretimi belirlemek için kullanılan farklı vejetasyon indekslerinden hangisinin daha doğru sonuç verdiğini araştırmışlardır. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan EVI, SAVI, NDVI, NDGI, RVI, ARVI ve RSR indekslerini karşılaştırmışlardır. Ortalama değerlere göre birincil üretimi belirlemede EVI'nin en başarılı ($r^2=0,77$) olduğu ifade edilmiştir. Ancak dinamik yapıya sahip olan vejetasyondaki mevsimsel değişimler göz önüne alındığında bitki örtüsünün seyrek olduğu ilkbahar ve erken ilkbahar dönemlerinde SAVI ($r^2=0,70$) en doğru sonucu verirken, mera örtüsünün sık olduğu yaz kurak döneminde en doğru sonuçlar EVI ($r^2=0,65$) ile alınmıştır. Araştırmacılar kuraklığın vejetasyon özellikleri üzerinde belirleyici olduğu Alpin meralarda en doğru birincil üretim tahminlerinin kurak dönemlerde alınan görüntülerle yapılabileceğini ifade etmişlerdir.

Li vd. (2015), net birincil üretimin (NPP) değişimi ile yönelimini ve iklim değişiminin bu değişim ve yönelim üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında 10 farklı CMIP5 modeli kullanarak sonuçları incelemişlerdir. Küresel İklim Değişimi Araştırma Programı olan CMIP5 modelleri ile Uluslararası Jeosfer Biyosfer Programı net birincil

üretimi değerlerinin bir kısmının tutarlı olduğunu ancak bazı büyük farklılıklar nedeniyle de bir belirsizliğin olduğunu öne sürmüşlerdir. Araştırmacılar, küresel iklim değişimi nedeniyle karasal ekosistemi etkileyen en büyük faktörün yüzey sıcaklığı ve ardından yağış olduğunu belirlemişlerdir. Buradan yola çıkarak 1976 ile 2005 arasında NPP'deki artış nedeniyle karasal ekosistemin iklim değişiminden olumlu yönde etkilendiğini ifade etmişlerdir. Tahminen geçen 150 yıl boyunca cm^2 'deki üretim artışının 3,9 gr/100 yıl olduğunu ve geçmiş 150 yılda iklim değişikliğine olumlu tepki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Orta Anadolu'nun mera vejetasyonlarındaki mevsimsel değişimi uzaktan algılama yoluyla izlemeyi amaçlayan Mermer vd. (2015) çalışmalarında Spot-vegetation uydusunun 10'ar günlük sentez olmak üzere 1999-2010 yılları arasındaki 1 km çözünürlüklü NDVI verilerini kullanmışlardır. Veri setini, aylık 3 kompozit olmak üzere yıllık 36 adet NDVI verisinden oluşturmuşlardır. NDVI verilerinin vejetasyondaki canlı kütle miktarını belirttiğini ifade eden araştırmacılar, çalışma sonucunda kış aylarında düşük, mart-haziran arasında hızla yükselen ve sonrasında daha yavaş şekilde azalan bir NDVI grafiği elde etmişlerdir. Mera bitki örtülerindeki mevsimsel değişim dışında yıllar arasındaki kuraklık, yangın, erozyon kaynaklı değişimlerin de incelenmesi gerektiğini vurgulamışlar ve bu sonuçların otlatma planlamalarında kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir.

Aygün vd. (2016), otlatma planlamasında uzaktan algılama tekniğinin kullanımını araştırdıkları çalışmada, inceledikleri mera alanlarından Spot-vegetation uydusu yardımıyla 10'ar günlük NDVI değerleri almışlardır. Bu değerleri bitki örtüsünün gelişim seyri ile tarihsel olarak ilişkilendiren araştırmacılar, toplam NDVI değerinin yarısına ulaşılan tarihin otlatma olgunluğuna ve bu değerin hızlı düşüşe geçtiği tarihten 3-4 hafta öncesinin de otlatmaya son verme zamanına denk geldiğini belirlemişlerdir. Bu sayede NDVI değerlerinin otlatma takviminin oluşturulmasında faydalı olduğunu belirtmişlerdir.

Mahyou vd. (2016), Kuzey Afrika'daki kurak meraların bozulma nedenlerini ve eğilimini uzaktan algılama ile tahmin edebilmek için bilgi tabanlı bir yöntem denemişlerdir. Uydu görüntülerinde kontrollü sınıflandırma yaparak, değişimi geçmişte elde edilen verilerle karşılaştırmış ve mevcut durumu belirlemişlerdir. Araştırmacılar, son 10 yılda bitki örtüsünün uzaktan algılama ile izlenmesine olan eğilimin hızlandığını fakat özellikle kurak

alanlarda arazi örtüsündeki yansımaların karmaşık olması nedeniyle uzaktan algılama ile bitki örtüsünün izlenebilirliğinin sınırlandığını ifade etmişlerdir.

Ren vd. (2016), farklı otlatma yoğunlukları altındaki meraların yem üretimi ve kalitelerindeki değişimi inceledikleri çalışmalarında otlatma yoğunluğunun yem üretimini % 100 ve yem kalitesini % 10-50 oranında etkilediğini belirlemişlerdir. Otlatma yoğunluğunun artmasıyla yem kalitesinde bir miktar artış görülse de toplam üretim azaldığı için kalitedeki bu artışın ihtiyacı karşılayamayacağına dikkat çekmişlerdir. Ayrıca mera yönetiminde yem kalitesinden ziyade verimin öncelikli olarak ele alınması gerektiğini ve baskın türlerin meradaki verim ve kalite bakımından belirleyici olması sebebiyle tür bileşiminde baskın türlerin incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Mevcut uzaktan algılama verilerinin bitki örtüsündeki değişimleri yüksek konumsal ve zamansal çözünürlükle ve yüksek doğrulukta izlemeye imkân vermediğini ifade eden Zhang vd. (2016), bu sorunu ortadan kaldırabilmek için veri tümleştirme yaklaşımı ile MODIS ve Landsat verilerinden sentetik NDVI değerleri üretmişlerdir. Ürettikleri sentetik NDVI değerleri sayesinde 30 x 30m konumsal ve 8 gün zamansal çözünürlüğe sahip veri seti oluşturmuşlardır. Merada ölçtükleri toprak üstü kütle üretimini, sentetik NDVI ve destek vektör makinesi verilerini içeren bir model ile tahmin etmeye çalışmışlardır. MODIS NDVI verileri ile klasik regresyon testi sonucu $r^2=0,73$ değeri elde ederken, oluşturdukları model ile tahmin doğruluğunun yükseldiğini ($r^2=0,77$) ve daha yüksek konumsal-zamansal çözünürlükte veri elde edilebildiğini belirlemişlerdir. Model ile oluşturulan zamansal çözünürlüğü yüksek veriler sayesinde kütle üretimi üzerinden kuraklık, anormal değişimler gibi durumların mera bitki örtüleri üzerine etkilerinin hızlı şekilde belirlenebileceğini öne sürmüşlerdir.

Hogrefe vd. (2017), aktriikt mera bitki örtülerinin kütle üretimi ve kalitelerinin mevsimsel değişiminin uzaktan algılama yöntemleriyle tahmin edilebilirliğini araştırdıkları çalışmalarında el spektrometresi ve 250m çözünürlüklü MODIS uydusunun görüntülerinden türettikleri NDVI değerlerinin yersel verilerle ilişkilerini incelemişlerdir. Kütle üretiminin mevsimsel değişiminin tahmin edilmesinde el spektrometresinin ($r^2 \geq 0,67$), uydu görüntülerine ($r^2 \leq 0,4$) göre daha başarılı sonuç verdiğini belirlemişlerdir. Bitkilerdeki azot

içeriğinin tahmin edilmesinde de $r^2=0,61$ ile el spektrometresinin, uydu görüntülerinden ($r^2=0,55$) daha iyi sonuç verdiğini tespit etmişlerdir.

Tüfekçi ve Mülayim (2017), meranın kullanım şeklini ve buna bağlı olarak bitki örtüsündeki değişimi izlemede uzaktan algılama sistemlerinin kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, mera alanını kullanan her sürüden bir hayvana GPS bağlayarak haziran – ekim ayları arasındaki hareketlerini takip etmişlerdir. Sürülerin yaz kuru döneminde mera dışı alanları tercih ettiğini belirleyen araştırmacılar aynı zamanda otlatılan alanlarda lup ile yaptıkları vejetasyon etütleri sonucunda ağır otlatılan alanlarda istilacı türlerin daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda araştırmacılar GPS ve uzaktan algılayıcı sistemlerin mera yönetim planlamaları yapılırken kullanılması, mera kullanım etkinliğinin artmasına ve yem açığının kapatılmasına katkı sağlayacağını ifade etmişlerdir.

Faramarzi vd. (2018), Batı İran'daki yarı kurak meralarda NDVI indeksini kullanarak bitki örtüsündeki değişimleri belirlemeyi hedefledikleri çalışmalarında kaplılık, çıplak alan, ölü örtü ve kütle üretimini ele almışlardır. Bu amaçla 14 farklı noktada yersel örnekleme verileriyle Landsat TM uydu görüntülerinden elde edilen NDVI verilerini ilişkilendirmişlerdir. NDVI ile incelenen özellikler arasındaki ilişkiyi bitki kaplılığı için 0,84, kütle için 0,80, çıplak alan için -0,75 ve ölü örtü miktarı için 0,65 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca mera durumlarını NDVI verileri ile sınıflandırarak 1986, 2001 ve 2013 yılları arasında kıyaslama yapmışlardır. Bu amaçla NDVI değeri 0,01'den düşük olan alanların çok zayıf, 0,01 – 0,12 zayıf, 0,12 – 0,25 orta, 0,25 – 0,38 iyi ve 0,38'den büyük alanların da çok iyi sınıfında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar yağış ve sıcaklığın bitki kaplılığını etkileyen en önemli faktörler olduğunu da belirtmişlerdir.

Safaei vd. (2018), meraların izlenmesinde arazi verileri, uzaktan algılama ve bazı fonksiyonel indekslerin birlikte uygulanabilirliğini incelemişlerdir. Bu amaçla İran'ın İsfahan Bölgesi meralarını 40 parçaya bölerek her parçayı mera durumuna göre 3'e (zayıf, orta, iyi) ayırarak incelemişlerdir. Uzaktan algılamada Landsat TM ve OLI'ye ait 1987 ve 2015 yılı görüntülerinden türettikleri NDVI verisini kullanmışlardır. Kaplılık, erozyon seviyesi, bitki kompozisyonu ve bitki gücü verileri ile arazi fonksiyon analizini ve sızma indeksini (LI) kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, NDVI değerlerinin arazi fonksiyon

analizi verileriyle uyumlu olacak şekilde kaplılığın düştüğü yerde azaldığını ve bu kaplılık oranı düşük alanların yıllar ilerledikçe arttığını belirlemişlerdir. Sızma indeksinin (LI) arazideki durum sınıfları ile ilişkisinin düşük olduğunu tespit eden araştırmacılar, arazi fonksiyon analizi ile elde edilen verilerin uzaktan algılama ile de başarıyla tahmin edilebileceğini öne sürmüşlerdir.

Mera yönetim planlamalarının yapılmasında toprak üstü kütle üretiminin önemli olduğunu belirten Yang vd. (2018), Çin'in Qinghai-Tibet Platosu'nda 2003-2015 yılları arasında yaptıkları yersel örnekleme verileri ve uzaktan algılama verilerini kombine ederek geriye yayımlı yapay sinir ağı ile toprak üstü kütleyi tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmada kullanılan model ile klasik çoklu faktör regresyon modeline göre daha iyi sonuçlar (sırasıyla $r^2=0,85$ - $r^2=0,75$ ve $r^2=0,64$ - $r^2=0,40$) elde etmişlerdir. Modelde kullanılan 13 değişkenden kaplama oranı, enlem, boylam, yükseklik ve MODIS_NDVI'nin katkı yaptığını belirten araştırmacılar, bu modelin gelecek mera yönetim çalışmalarında kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Ayrıca tahmin doğruluğunun artırılabilmesi için insansız hava araçları ile toprak üstü kütle haritaları oluşturarak buradan elde edilecek NDVI verilerinin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Cao vd. (2019), Kuzey Çin'in alpin meralarında yem üretimi ve hayvan dengesini hesaplayarak geleceğe yönelik planlamalar yapmak amacıyla meraların toprak üstü kütle üretimlerini incelemişlerdir. Araştırma ekibi, 2009-2014 yılları arasında belirlenen lokasyonlarda hakim bitkilerin çiçeklenme döneminde tel kafesler ile korunan noktaları biçmek suretiyle toprak üstü kütle üretimini belirlemişlerdir. Ayrıca kafeslere ait koordinat noktaları çevresinde MODIS uydusu yardımıyla 1 km² çözünürlüğe sahip NDVI_{max} görüntüleri üzerinde de üretimin yıllar arasındaki değişimini ve sebeplerini belirlemeye çalışmışlardır. Yıllar arası kütle üretimi farklılığının çoğunlukla iklim değişikliğinden kaynaklandığını ($r^2=0,63$) ancak bu özelliğin otlatma gibi insan kontrollü uygulamalar tarafından da önemli derecede etkilendiğini belirlemişlerdir. NDVI_{max} verileri ile otlanan alanlardaki kütle üretimi arasında da güçlü ($r^2=0,67$) bir ilişki tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda yem-hayvan dengesini korumak için yapılacak yönetim planlamalarında bölgenin iklim verilerinin oluşturulacak modele dahil edilmesi gerektiğini ve NDVI_{max} verileri ile tahmin yapılabileceğini belirtmişlerdir.

Kakembo ve Ndou (2019), Güney Afrika’da yürüttükleri araştırmada farklı otlatma sistemlerinin mera bitki örtüleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bitki örtüsünün takibini Landsat TM (1984, 1999) ve SPOT 4 (2011) uydu görüntülerinden türettikleri NDVI değerleri üzerinden yapmışlardır. NDVI değerleri ile kaplılığı tahmin ederek, kaplılık derecesi üzerinden meraları orta (% 50-70 kaplılık), bozulmuş (% 30-50 kaplılık), yoğun şekilde bozulmuş (% 30’dan az kaplılık), çıplak ya da erozyona uğramış alan (% 0 kaplılık) ve su olarak sınıflandırmışlardır. NDVI ile kaplılığın tahmin edilmesinde 1984, 1999 ve 2011 yılları için doğruluğu sırasıyla % 78,9 – 84,54 – 83,02 şeklinde ve Kappa değerlerini sırasıyla 0,81, 0,78 ve 0,77 olarak bulmuşlardır. Çalışma sonucunda herhangi bir otlatma sistemi uygulanmayan meralarda bozulma oranının yüksek olduğunu ve belirli bir yönetim planlaması dahilinde kullanılan meraların iyi-orta sınıfta seyrettiğini belirlemişlerdir.

Li vd. (2019), Kuzey Tibet Platosu meralarındaki yağış rejiminin 2009 ve 2016 yılları boyunca kütle üretimi ve en yüksek kütle üretimine ulaşılan tarih üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında yersel örneklemenin yanında MODIS uydusunun EVI verilerini kullanmışlardır. Meradaki kütle üretiminin en yüksek olduğu dönemi yersel olarak belirlemiş ve bu zamanı en yüksek EVI değerinin elde edildiği dönem ile ilişkili bulmuşlardır. Sekizer günlük yağış verilerini raster katmanında genele yaymak için enterpolasyon tekniği kullanmışlar ve yağış haritalarını oluşturmuşlardır. Sonrasında uzun yıllar boyunca EVI değerinden yola çıkarak bitki örtüsünün gelişme dönemi boyunca merada kütle üretimini tahmin ederek bunu yağışın zamansal ve konumsal dağılışı ile ilişkilendirmişlerdir. Yağış ile en yüksek kütle arasında U şekilli bir ilişki tespit eden araştırmacılar, Alpin meraların % 60’ından fazlasında 2000 ile 2016 yılları arasında en yüksek kütle üretiminin değişmediğini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda kütle miktarının zirveye ulaştığı dönemi etkileyen otlayan hayvan sayısı, ısınma ve azot depolaması gibi özelliklerin de modele dahil edilerek uzun süreli denemelerin yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

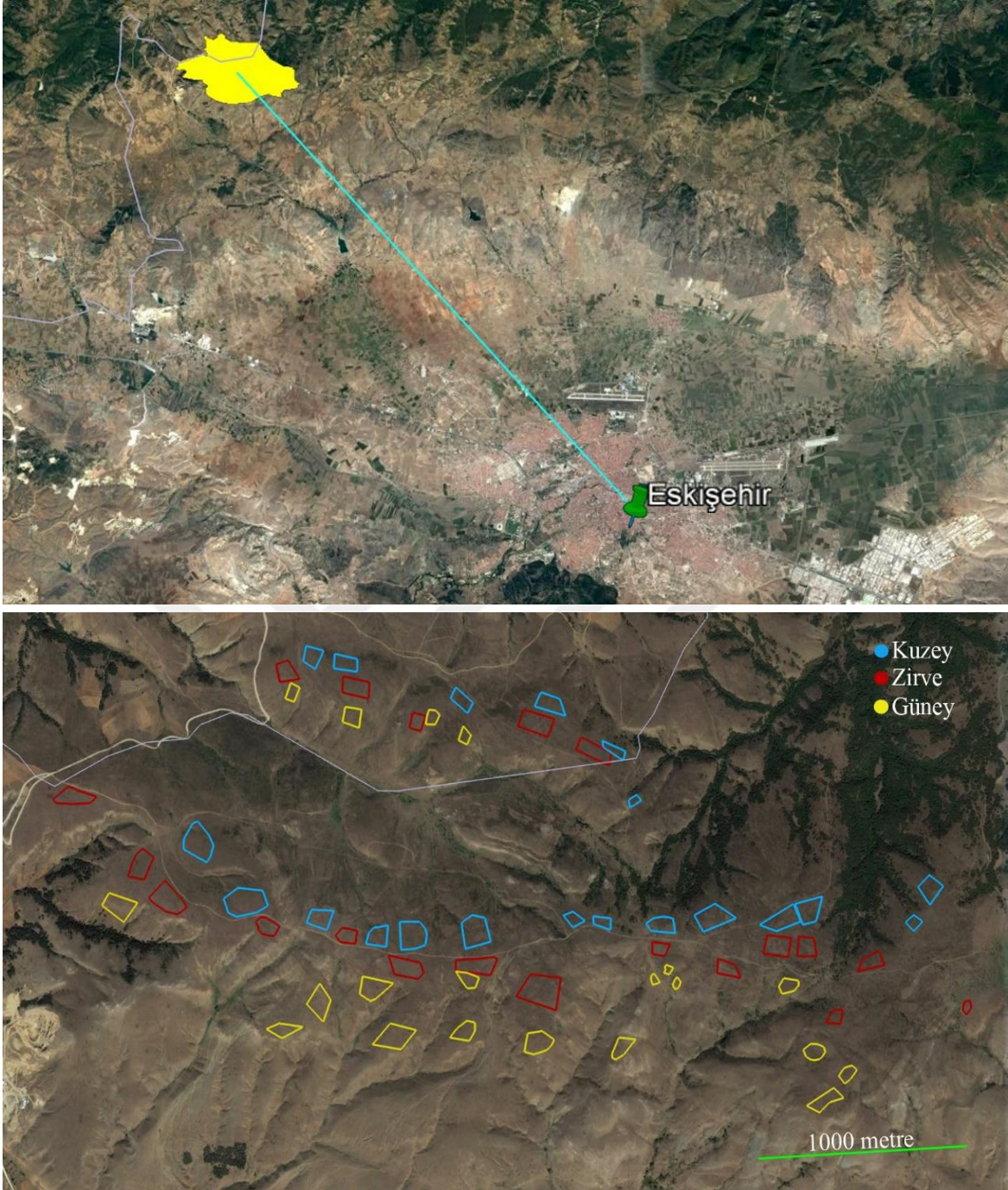
Çalışma 2017-2018 yıllarında Sündiken Sıradağları'nın Eskişehir il sınırları içerisinde kalan ve otlatmaya açık olan Bozdağ Yöresi'nde yürütülmüştür. En yüksek noktası 1811 m olan Sündiken Dağları, Eskişehir'in kuzeybatı noktasından başlayarak doğuya doğru 120 km kadar uzanmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü Bozdağ Yöresi meraları sıradağların en batısındaki başlangıç noktasında Eskişehir'in merkezine yaklaşık 30 km uzaklıkta olup ortalama rakım 1400 m civarındadır. Genellikle küçükbaş hayvan sürüleri ile otlatılarak değerlendirilen alanın düzlük ve eteklerinde büyükbaş hayvan sürüleri de otlatılmaktadır. Bozdağ meraları, engebeli bir yapıda olup kuzey, zirve ve güney bakılara sahiptir. Çalışmada alanı temsil edecek şekilde her bakıda 20 alt parsel (toplamda 20 x 3 = 60 alt parsel) seçilmiştir (Şekil 3.1) Alt parseller 2016 yılının temmuz ayında arazide yapılan ön inceleme çalışmasıyla belirlenmiştir. Seçilen alt parsellerin koordinatları ve yükseltileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışma alanında farklı bakı özelliğine sahip olacak şekilde seçilen alt parsellerin koordinat ve yükselti bilgileri

Güney			Kuzey			Zirve		
No	Koordinatlar	Rakım	No	Koordinatlar	Rakım	No	Koordinatlar	Rakım
1	39°55'46.50"K 30°19'36.20"D	1187m	1	39°56'08.30"K 30°19'49.00"D	1214m	1	39°56'14.50"K 30°19'15.70"D	1181m
2	39°55'39.30"K 30°20'00.20"D	1233m	2	39°55'57.90"K 30°19'53.00"D	1252m	2	39°56'01.60"K 30°19'15.70"D	1204m
3	39°55'43.30"K 30°20'08.70"D	1269m	3	39°55'58.20"K 30°20'10.65"D	1261m	3	39°56'03.20"K 30°19'40.30"D	1227m
4	39°55'46.80"K 30°20'22.70"D	1283m	4	39°55'56.80"K 30°20'22.30"D	1280m	4	39°55'54.29"K 30°19'59.50"D	1264m
5	39°55'39.55"K 30°20'26.80"D	1244m	5	39°55'58.40"K 30°20'31.20"D	1300m	5	39°55'53.10"K 30°20'15.00"D	1273m
6	39°55'48.40"K 30°20'39.70"D	1295m	6	39°55'59.30"K 30°20'41.50"D	1310m	6	39°55'50.50"K 30°20'24.60"D	1307m
7	39°55'43.10"K 30°20'43.20"D	1280m	7	39°55'58.60"K 30°21'01.90"D	1321m	7	39°55'51.00"K 30°20'43.40"D	1318m
8	39°55'39.39"K 30°20'56.39"D	1268m	8	39°55'57.10"K 30°21'08.20"D	1320m	8	39°55'48.93"K 30°20'55.33"D	1329m

Çizelge 3.1. Çalışma alanında farklı bakı özelliğine sahip olacak şekilde seçilen alt parsellerin koordinat ve yükselti bilgileri (devam)

Güney			Kuzey			Zirve		
No	Koordinatlar	Rakım	No	Koordinatlar	Rakım	No	Koordinatlar	Rakım
9	39°55'50.10"K 30°21'13.80"D	1325m	9	39°55'57.60"K 30°21'17.20"D	1321m	9	39°55'53.10"K 30°21'20.50"D	1327m
10	39°55'40.70"K 30°21'16.80"D	1271m	10	39°56'03.00"K 30°21'31.70"D	1330m	10	39°55'52.60"K 30°21'33.70"D	1333m
11	39°55'45.10"K 30°21'25.20"D	1315m	11	39°56'01.10"K 30°21'46.70"D	1355m	11	39°55'55.00"K 30°21'46.00"D	1361m
12	39°55'47.40"K 30°21'29.70"D	1319m	12	39°56'01.60"K 30°21'52.90"D	1352m	12	39°55'54.00"K 30°21'52.90"D	1350m
13	39°55'49.70"K 30°21'46.90"D	1332m	13	39°55'58.40"K 30°22'04.00"D	1357m	13	39°55'45.00"K 30°21'55.80"D	1357m
14	39°55'39.00"K 30°21'48.80"D	1320m	14	39°56'03.70"K 30°22'19.00"D	1334m	14	39°55'54.30"K 30°22'05.00"D	1343m
15	39°55'31.50"K 30°21'52.30"D	1319m	15	39°56'41.15"K 30°20'02.00"D	1222m	15	39°55'46.50"K 30°22'23.90"D	1306m
16	39°55'36.70"K 30°22'01.50"D	1318m	16	39°56'36.65"K 30°20'11.67"D	1238m	16	39°56'34.89"K 30°19'59.54"D	1234m
17	39°56'29.89"K 30°19'59.25"D	1215m	17	39°56'31.97"K 30°20'36.24"D	1230m	17	39°56'32.12"K 30°20'18.55"D	1247m
18	39°56'25.91"K 30°20'14.14"D	1259m	18	39°56'33.53"K 30°20'56.38"D	1250m	18	39°56'28.13"K 30°20'27.08"D	1256m
19	39°56'26.50"K 30°20'35.80"D	1273m	19	39°56'24.70"K 30°21'13.00"D	1262m	19	39°56'30.30"K 30°20'49.40"D	1274m
20	39°56'30.50"K 30°20'33.10"D	1259m	20	39°56'20.60"K 30°21'16.80"D	1289m	20	39°56'23.50"K 30°21'05.00"D	1290m



Şekil 3.1. Çalışma alanının konumu ve örnekleme yapılan alt parseller

3.1.1. Araştırma sahasının iklim özellikleri

Sündiken Dağları, İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında iklim geçiş bölgesi olan bir konumda yer almaktadır. Bu nedenle özellikle Bozdağ Yöresi rüzgârlı olup, kışları sert ve kar yağışlı geçmektedir. Yörenin kuzeybatısındaki alçak rakımdan yükselerek bölgeden

geçen bulutlar ilkbaharda yoğun sis ve yağışa neden olmaktadır. Yaz aylarının sıcak ve kurak geçtiği bölgede sonbaharla birlikte sıcaklık yeniden düşmekte ve yağışlar kendini göstermektedir. Araştırmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yıllarına ait iklim verileri T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün çalışma sahasına yakın olan Eskişehir Bölge İstasyonu'ndan temin edilmiş ve Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Yıllık yağış ortalaması 2017 ve 2018 yılları için sırasıyla 440,8 mm ve 522,2 mm olup her iki yılın da yağış ortalaması uzun yıllar ortalamasından (367,6 mm) yüksek olmuştur. En yüksek yağış mayıs ayında alınırken eylül ayında yağış miktarının en aza indiği ve yıllara göre aylar arasında belirgin farklılıklar olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2).

Aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri karasal iklimin özelliklerini göstermektedir. Araştırmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yıllarındaki ortalama sıcaklığın uzun yıllar ortalamasına yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Genel olarak bölgede ocak ayı en soğuk, temmuz – ağustos ayları ise en sıcak aylardır. Yıllar arasında sıcaklık bakımından farklılıklar olduğu da Çizelge 3.2'de görülmektedir.

Çizelge 3.2. Eskişehir İli 2017, 2018 yılları ve uzun yıllar ortalamasına (UYO) ait bazı iklim verileri

Aylar	Aylık Toplam Yağış (mm)			Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)			Aylık Ortalama Nispi Nem (%)		
	2017	2018	UYO	2017	2018	UYO	2017	2018	UYO
Ocak	28,3	31,5	17,7	-1,7	2,2	0,3	99,3	95,5	98,2
Şubat	8,8	40,5	22,3	2,8	6,6	4,7	92,2	90,7	92,6
Mart	26,9	74,8	30,6	8,5	10,1	9,3	80,4	81,5	81,6
Nisan	60,2	16,5	21,6	10,8	15,4	13,1	73,5	60,7	67,8
Mayıs	101,0	84,8	50,8	15,4	17,6	16,5	83,4	83,0	86,1
Haziran	49,3	72,5	47,6	20,1	20,6	20,4	85,3	80,7	83,3
Temmuz	9,5	38,3	16,3	23,7	23,0	23,3	73,8	71,4	75,8
Ağustos	29,9	25,0	37,3	22,4	23,5	22,9	60,2	62,2	74,1
Eylül	6,8	4,3	23,1	20,9	19,1	20,0	58,3	62,9	68,1
Ekim	52,7	41,0	42,4	11,9	14,0	12,9	78,3	75,5	79,6
Kasım	33,4	29,6	28,4	6,7	8,4	7,5	86,9	79,2	80,3
Aralık	34,0	63,6	29,5	4,5	2,7	3,6	92,5	96,0	93,6
Top. Ort.	440,8	522,2	367,6	12,2	13,6	12,9	80,3	78,3	81,8

Bölgede uzun yıllar ortalamasına göre nispi nem % 81,8 iken bu değer 2017 yılında % 80,3 ve 2018 yılında ise % 78,3 olmuştur (Çizelge 3.2). Uzun yıllar ortalamasına göre kış aylarında en yüksek orana ulaşan nispi nem değeri mart ayından itibaren azalmakta ve eylül ayında en düşük seviyeye düşmektedir. Araştırma yıllarında nispi nem değeri ile uzun yıllar ortalaması benzer olmuştur.

3.1.2. Araştırma sahasının toprak özellikleri

Araştırmada farklı bakıya sahip üç mera alanında (kuzey, güney, zirve) 20’şer parselden alınan toprak örnekleri, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak ve Bitki Besleme Laboratuvarı’nda analiz edilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışma alanına ait toprak verileri

Mera Alanı	Bünye	Toplam Tuz %	pH	CaCO ₃ %	Organik Madde %	P ₂ O ₅ kg/da	K ₂ O kg/da
Güney	Tınlı	0,006	6,13	0,52	4,97	1,31	738,5
Kuzey	Killi Tın	0,005	5,79	0,93	5,26	1,25	689,5
Zirve	Killi Tın	0,005	5,96	0,82	5,37	2,87	577,7

Toprakların bünye sınıfı, Demiralay’ın (1993) belirttiği şekilde Bouyoucos hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir. Buna göre kuzey ve zirve bakıya sahip alanların toprakları killi-tınlı, güney bakıya sahip alanların topraklarının ise tınlı yapıda olduğu görülmüştür.

Toplam tuz oranı, Müftüoğlu vd.nin (2014) belirttiği şekilde elektrik iletkenlik cihazı (EC metre) ile belirlenmiş olup tüm alanların toprakları “tuzsuz” sınıfta yer almaktadır (Maas, 1986).

Toprak reaksiyonu (pH), pH metre ile belirlenmiştir (Kacar, 1995). Alanların ortalama pH değerleri 5,79 ile 6,13 arasında değişmiştir. Kuzey alanların toprakları 5,79, güney alanların toprakları 6,13 ve zirve alanların toprakları da 5,96 pH değerine sahip olup tüm alanlardaki toprakların pH seviyeleri Richards (1954) ve Grewelling ve Peech’e (1960) göre “hafif asit” sınıfında yer almıştır.

Araştırma sahasına ait toprak örneklerinin kireç içeriği (CaCO_3), Allison ve Moodie'nin (1965) belirttiği şekilde Scheibler kalsimetresi ile belirlenmiştir. Kuzey bakıya sahip alanların topraklarındaki kireç içeriği % 0,93, güney bakıda % 0,52 ve zirvede ise % 0,82 olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre topraklar “çok az kireçli” sınıfında yer almaktadır (Ülgen ve Yurtsever, 1995).

Organik madde içeriklerini belirlemek için Smith-Weldon yöntemi uygulanmıştır (Müftüoğlu vd., 2014). Kuzey bakıya sahip alanların topraklarında organik madde içeriği % 5,26 olarak bulunurken, güney bakıya sahip alanlarda % 4,97 ve zirvede % 5,37 olarak bulunmuştur. Analiz sonuçlarına göre tüm alanlardaki topraklar organik madde bakımından zengin sınıfta yer almıştır (Smith ve Weldon, 1941).

Yarayışlı fosfor (P_2O_5) oranı Olsen ve Sommers (1982) metoduna göre sodyum bikarbonat mavi renk yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Elverişli fosfor 1,25 kg/da ile 2,87 kg/da arasında değişmiştir. Kuzey bakıya sahip alanların topraklarında elverişli fosfor miktarı 1,25 kg/da, güney bakıya sahip alanlarda 1,31 kg/da ve zirvelerde 2,87 kg/da olarak belirlenmiştir. Toprakların fosfor içerikleri “çok az” sınıfında yer almıştır (Ülgen ve Yurtsever, 1995).

Toprak örneklerinde yarayışlı potasyum (K_2O) oranı, potasyum flame fotometre ile belirlenmiş olup (Sağlam, 1994) kuzey, güney ve zirve alanların topraklarında sırasıyla 689,5 kg/da, 738,5 kg/da ve 577,7 kg/da olarak bulunmuştur. Bu değerlere göre yarayışlı potasyum içeriği “yeterli” seviyede yer almıştır (Ülgen ve Yurtsever 1995).

3.1.3. Araştırma sahasının bitki örtüsü

Çalışma alanı, Eskişehir İli, Uludere Mahallesi'nin kuzeyinde bulunan, 1000 – 1400m rakıma sahip mera alanlarından oluşmaktadır. Engebeli bir yapıya sahip olan merada kısa boylu buğdaygiller hakim bitki türü olarak öne çıkmaktadır. Yüksek ve düz kesimlerde kısa boylu bitkiler, vadi ve sırt kesimlerde çalılık (*Astragalus* sp. ve *Genista* sp.), rakımın azaldığı yerlerde ise meşe ve alıç (*Quercus* sp. ve *Crataegus* sp.) türleri yaygındır.

Otsu türler içerisinde yaygın olarak tek yıllık istilacı buğdaygiller (*Vulpia myuros*, *Bromus tectorum* L.) ön plana çıkarken tek yıllık baklagiller (*Medicago lupulina*, *Medicago minima*) de yaygındır. Çalışma alanının kuzeydoğu kısımlarında ise baklagil familyasına ait çalı olan *Astragalus microcephalus* yoğun şekilde kendini göstermektedir. Alanın bitki örtüsü “Bulgular ve Tartışma” başlığı altında detaylı olarak ele alınmıştır.

3.1.4. Araştırma sahasının uydu görüntüleri

Uzaktan algılama çalışmalarında 10 x 10m konumsal ve 10 gün zamansal çözünürlüğe sahip olan Sentinel 2A uydusuna ait görüntüler kullanılmıştır. Sentinel 2A uydusu 13 farklı bantta görüntü verebilmektedir (Çizelge 3.4). Çalışmada sağlıklı bitki örtüsünü belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılan Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) uygulamak amacıyla uydunun 4-Kırmızı (R) ve 8-Yakın kızılötesi (NIR) bantları kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. Sentinel 2A uydusunun bant bilgileri *

Sentinel 2A Bant Numarası	Sentinel 2A Bant Adı	Merkezi Dalga Boy (µm)	Konumsal Çözünürlük (m)
1	Kıyı Buharı	0.443	60
2	Mavi	0.490	10
3	Yeşil	0.560	10
4	Kırmızı	0.665	10
5	Vejetasyon Red Edge	0.705	20
6	Vejetasyon Red Edge	0.740	20
7	Vejetasyon Red Edge	0.783	20
8	Yakın Kızılötesi (NIR)	0.842	10
8A	Vejetasyon Kırmızı Kenar	0.865	20
9	Su Buharı	0.945	60
10	SWIR – Saçak Bulut	1.375	60
11	SWIR	1.610	20
12	SWIR	2.190	20

*Avrupa Uzay Ajansı

3.2. Yöntem

Araştırmada örnekleme yapılan duraklar hem yersel gözlemler hem de uydu görüntüleri ile kontrol edilerek farklı bakı özelliğine sahip olacak şekilde (güney, kuzey ve

zirve) seçilmiştir. Yersel örneklemeler ve uydu geçiş tarihlerine ait bilgiler Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Araştırma sahasında örneklemeye yapılan dönemlerin ve bu dönemlere en yakın olarak alınan uydu görüntülerinin tarihleri

Örneklemeye Dönemi	Yersel Örneklemeye Tarihi	Uydu Görüntü Tarihi
2017		
I	28 Nisan	30 Nisan
II	5 Haziran	20 Mayıs
III	3 Temmuz	29 Haziran
IV	2 Ağustos	8 Ağustos
V	8 Eylül	7 Eylül
VI	11 Ekim	17 Ekim
2018		
I	14 Nisan	10 Nisan
II	14 Mayıs	5 Mayıs
III	18 Haziran	9 Haziran
IV	16 Temmuz	10 Temmuz
V	3 Eylül	2 Eylül
VI	9 Ekim	7 Ekim

Her bir örneklemeye alanının koordinatı GPS aracılığıyla belirlenerek kayıt altına alınmıştır. Koordinatları belirlenen alanların tümünde vejetasyon etütleri hakim bitkilerin çiçeklendiği dönemde yapılmıştır. Yaklaşık birer ay ara ile olacak şekilde bulutsuz olan günler ve uydunun tahmini geçiş tarihlerine en yakın zamanlar dikkate alınarak yersel örneklemeler yapılmıştır.

Merada incelenen özelliklerin uzaktan algılama yoluyla izlenebilirliğini belirlemek amacıyla kullanılan Sentinel 2A uydu görüntüleri, Avrupa Uzay Ajansının (ESA) yerküre izleme programı olan Copernicus aracılığıyla ücretsiz olarak temin edilmiştir.

3.2.1. Botanik kompozisyon

Meradaki yaygın bitkiler çiçeklendiği dönemde (haziranın ikinci yarısı - temmuzun ilk yarısı) her iki yılda da Koç ve Çakal (2004) tarafından belirtilen modifiye edilmiş tekerlekli nokta yöntemi ile her biri 100 noktadan oluşan (100m) 4 hatlık ölçüm yapılmıştır.

Ölçümlerde hatlar, durağı temsil edecek şekilde ve bitki örtüsünün dağılışına göre belirlenmiş ve uygulanmıştır. Elde edilen kayıtlardan yararlanarak Gökkuş vd.nin (2000) uyarlamış oldukları formüle göre (Denklem 3.1) botanik kompozisyon belirlenmiştir.

$$A \text{ Türünün Oranı} = \frac{\text{Rastlanan A Türünün Sayısı}}{\text{Toplam Bitki Sayısı}} \times 100$$

Denklem 3.1. Botanik kompozisyonun belirlenmesinde kullanılan denklem

3.2.2. Toprağı kaplama oranı (TKO)

Toprağı kaplama oranının belirlenmesinde, modifiye edilmiş tekerlekli nokta yöntemi ile botanik kompozisyonu belirlemek için yapılan ölçümlerin sonuçları kullanılmıştır. Toprağı kaplama oranı Gökkuş vd. (2000) tarafından önerilen ve Denklem 3.2’de verilen formül kullanılarak belirlenmiştir.

$$TKO = \frac{\text{Bitkiye Rastlanan Nokta Sayısı}}{\text{Ölçülen Toplam Nokta Sayısı}} \times 100$$

Denklem 3.2. Toprağı kaplama oranının belirlenmesinde kullanılan denklem

3.2.3. Mera sağlık ve durum sınıfı

Mevcut bitki örtüsünün klimaks bitki örtüsü ile karşılaştırılmasını ifade eden mera durumu, çok iyi, iyi, orta veya zayıf olarak gruplanmaktadır. Sağlık sınıfı ise meranın sahip olduğu bitki örtüsünün devamlılığının bir göstergesi olup sağlıklı, riskli ve sorunlu şeklinde sınıflama yapılmaktadır.

Ülkemizde mera durum sınıflaması 4342 sayılı Mera Kanunu’nun ilgili yönetmeliğine uygun şekilde klimaksı dikkate alarak yapılmaktadır. Çalışmada Koç vd.nin (2003) ülkemiz için önerdiği botanik kompozisyon ve toprağı kaplama oranı verileri kullanılarak mera sağlık ve durum sınıfları belirlenmiştir. Kullanılan bu metoda göre uygulanan sınıflama çizelgesi Çizelge 3.6’da ve sınıflamada dikkate alınan özellikler Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.6. Mera sağlık ve durum sınıfları hesaplama çizelgesi

Mera Durum Sınıflaması		Mera Sağlık Sınıflaması		
Hesaba Katılan Türlerin Oranı (%)	Durum Sınıfı	Toprağı Kaplama Oranı (%)		Sağlık Sınıfı
		Dip Kaplama	Bulunma	
76-100	Çok İyi			
51-75	İyi	40 <	70 <	Sağlıklı
26-50	Orta	30-40	55-70	Riskli
0-25	Zayıf	< 30	< 55	Sorunlu

Mera sağlık ve durum sınıflarının belirlenmesinde modifiye edilmiş tekerlekli nokta yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile elde edilen kaplılık değerlerinin gerçek değerden daha yüksek olması nedeniyle Koç ve Çakal (2004) tarafından önerilen bulunma durumuna göre kaplılık değerleri ile sağlık sınıflaması yapılmıştır. Buna göre kaplılık oranı % 70'ten fazla olan alanlar “sağlıklı”, % 55-70 arası “riskli” ve % 55'ten az olan alanlar da “sorunlu” sağlık sınıfında yer almaktadır. Sağlıklı sınıfta kalan meralar kendini yenileme veya koruyabilme özelliğine sahip iken riskli ve sorunlu sınıfta kalan meralar acil müdahale gereken veya geri dönüşümsüz şekilde mera özelliğini kaybetmiş alanlardan oluşmaktadır (Koç vd., 2003; Altın vd., 2011b).

Çizelge 3.7. Hesaba katılacak çoğaltıcı türlerin oranı

Kompozisyondaki çoğaltıcı tür oranı (%)	Hesaba katılacak çoğaltıcı tür oranı (%)	Kompozisyondaki çoğaltıcı tür oranı (%)	Hesaba katılacak çoğaltıcı tür oranı (%)
5	5	Çok yıllık buğdaygiller yaygın ise	
10	10	50	25
15	15	60	30
20	20	70	35
25	20	100	35
30	20	Diğer familyalar yaygın ise	
35	20	50	20
40	20	100	20

İncelenen mera alanlarının durum sınıflarını belirlemede tür bileşenindeki azalıcı türlerin tamamı hesaba katılırken, çoğaltıcı türlerin hesaba katılacak oranları Koç vd.'nin (2003) önerdiği şekilde belirlenmiştir (Çizelge 3.7).

3.2.4. Elverişli yem miktarı

Elverişli yem otlatmaya açık alanda otlatma döneminde hayvanların otlayabileceği yemi tanımlamaktadır (Koç vd., 2014). Daha genel bir ifadeyle otlanmamış ve otlanmaya hazır yem, elverişli yem olarak ifade edilmektedir. Otlatılan merada Gökkuş vd.nin (2000) belirttiği şekilde her bir durakta alanı temsil edecek şekilde seçilen toplam 4 adet 0.25 m²'lik (0,5m x 0,5m) alan toprak seviyesinden biçildikten (Şekil 3.2.) sonra, alınan yaş örnekler 70°C'de sabit ağırlığa gelene kadar etüvde bekletilip (Cook ve Stubbendieck, 1986) tartılarak elverişli yem miktarları hesaplanmıştır. Buna göre her bakıdan örnekleme dönemlerinde 80 (20 tekerrür x 4 alt parsel) örnek alınmıştır. Örnekleme otlatma olgunluğu başlangıcından itibaren yaklaşık bir ay aralıkla ve bulutsuz günler ile Sentinel uydusunun bölge üzerinden tahmini geçiş zamanları dikkate alınarak tekrarlanmıştır. Her yıl 6 adet olmak üzere toplamda 12 kez yersel örnekleme yapılarak merada elverişli yemin mevsimsel değişimi izlenmiştir. Örnek alımı esnasında otlanabilir materyal dikkate alınarak biçim yapılmıştır.



Şekil 3.2. Kuadrat ile biçim

3.2.5. Elverişli yemin kalitesi

Elverişli yem örnekleri etüvde sabit ağırlığa gelene kadar kurutulup tartıldıktan sonra 2mm elekli değirmen yardımıyla öğütülüp Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (NIRS) ile ham protein, nötr ortamda çözünebilir lif (NDF) ve asit ortamda çözünebilir lif (ADF) oranları

belirlenmiştir (Windham vd., 1989; Corson vd., 1999). Ayrıca elverişli yem örneklerindeki sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı da Rohweder vd. (1978) tarafından önerilen Denklem 3.3'e göre belirlenmiştir.

$$SKM = 88.9 - (0.779 \times ADF)$$

Denklem 3.3. Sindirilebilir kuru madde oranını belirlemek amacıyla kullanılan denklem

3.2.6. Otlatmaya başlama zamanı

Otlatma olgunluğu, meradaki bitkilerin fizyolojik işlemler için kullandıkları yedek besin maddelerini kullanmayı bırakarak fotosentez ile bu ihtiyaçlarını karşılayabildikleri ve hızlı şekilde büyümeye başladıkları dönemdir (Altın vd., 2011b). Uygulamada bu dönem, Koç ve Gökkuş'un (1999) belirttiği buğdaygillerin sapa kalkmaya başladığı dönem olarak kabul edilmektedir. Yürütülen çalışmada da buğdaygillerinin sapa kalkma tarihleri otlatma olgunluğu olarak değerlendirilmiştir. Bozdağ meralarında otlatmaya başlama zamanını belirlemek için bitkilerin büyümeye başladığı tarihten itibaren çalışma alanı periyodik olarak incelenmiş ve buğdaygillerin sapa kalkma dönemi otlatmaya başlama dönemi olarak kaydedilmiştir.

3.2.7. Otlatmaya son verme zamanı

Mera çok yıllık bitkileri kışa girmeden depoladıkları yedek besin maddeleri ile kış dönemini geçirmenin yanında ilkbahardaki büyüme başlangıcında yeniden sürmede de bu yedek besin maddelerini kullanmaktadırlar. Meralarda toprak yüzeyinde ilk donların görülmeye başladığı zaman otlatmaya son verilmesi tavsiye edilmektedir (Ogden, 1980, Altın vd., 2011b). Çalışmada sonbahar sonlarına doğru yüzey donları takip edilerek ilk yüzey donlarının görüldüğü tarih otlatmaya son verme zamanı olarak kaydedilmiştir.

3.2.8. Otlatma takvimi

Meraların sürdürülebilir şekilde kullanılabilmesi için otlatma zamanının merada üretimin devamlılığını koruyacak şekilde ayarlanması gereklidir (Altın vd., 2011b; Holeček vd., 2011). Otlatma takviminin belirlenebilmesi için kış sonu - bahar

başlangıcından, güz sonu - kış başlangıcına kadar çalışma alanında yapılan periyodik gözlemlerle Altın vd.nin (2011b) belirttiği esaslara göre bitkilerin büyümeye başlama zamanı, yeşil ve kuru yem dönemleri ile kritik dönemler belirlenmiştir. Bu esaslara göre erken ilkbahardaki büyüme başlangıcından otlatma olgunluğuna kadar geçen süre ilkbahar kritik dönemi, sonbaharda otlatmaya son verme tarihi ile kış başlangıcı arasında kalan süre sonbahar kritik periyodu olarak kaydedilmiştir. Yeşil ve kuru yem dönemleri meradaki bitkilerin büyüme ve kuruma dönemleri takip edilerek belirlenmiştir.

3.2.9. Uzaktan algılama ölçümleri

Farklı bakıya sahip alanlar üzerinde yersel ölçümlerin yapıldığı parsellerin koordinatları GPS ile kaydedilerek alanların poligonları WGS84 projeksiyon sistemine göre ArcGIS 10.3 programında çizilmiş ve raster veri seti oluşturulmuştur. Sonrasında poligonlarda örnekleme yapılan tarihlere en yakın zamanlarda algılama yapan Sentinel 2A multispektral uydusunun görüntüleri Copernicus aracılığıyla temin edilmiştir (Çizelge 3.4). Poligonlarda her dönem için kırmızı (R) ve yakın kızılötesi (NIR) bantları kullanılarak +1 ile -1 arasında piksel değerleri veren normalize edilmiş bitki indeksi (NDVI) değerleri hesaplanmıştır. Değer ne kadar yüksek ise gerçek renk koyu yeşile yaklaştığından daha çok sağlıklı bitki örtüsü belirlemede kullanılmaktadır (Jiang vd., 2006; Ünal, 2011).

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

Denklem 3.4. NDVI değeri hesaplanmasında kullanılan formül

Çalışmada hem uzaktan algılama ile yersel verilerin tahmin edilebilirliğini belirlemek hem de yersel örneklemler ile bakılar ve yıllar arasındaki farkların yorumlanması hedef alınmıştır. Ayrıca incelenen mera alanına ait otlatma zamanı ve ek yemleme gibi yönetim planlamaları için öneriler sunulmuştur.

3.2.10. Verilerin Değerlendirilmesi

Bozdağ Yöresi meralarında 60 duraktan elde edilen botanik kompozisyon verilerine göre yaygın olan türler tespit edilmiştir. Bu türlerin yıllar ve bakılar arasındaki değişimini

belirlemek amacıyla verilere arcsin dönüşümü uygulandıktan sonra SAS 9.3 programında Mix prosedürüne göre varyans analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır (SAS Institute, 2011). Arcsin dönüşümü Denklem 3.5'te belirtilen şekilde yapılmıştır (Studebaker, 1985).

$$P = 57.32 \times \left(\text{ASIN} \left(\text{Karekök} \left(\frac{V}{100} \right) \right) \right)$$

P: Dönüştürülmüş değer, V: oransal ham veri

Denklem 3.5. Verilere uygulanan arcsin dönüşümüne ait formül

Diğer yersel ölçümler ve kalite verilerine doğrudan varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey testi ile karşılaştırılmıştır.

İncelenen yersel özelliklerin uydu görüntüleri ile izlenebilirliğini belirlemek amacıyla poligonlardan ortalama NDVI değerleri elde edilmiştir. Bu değerler ile ilgili döneme ait yersel veriler SPSS programında korelasyon analizine tabi tutularak karşılaştırılmış ve regresyon analizi ile de test edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Botanik Kompozisyon

Araştırmanın yürütüldüğü merada iki yıllık vejetasyon etüt çalışması sonucunda buğdaygillerden 16, baklagillerden 11 ve diğer familyalardan 34 adet olmak üzere toplam 61 türe rastlanılmıştır (Çizelge 4.1). Familya bazında iki yıllık ortalamalara göre bitki örtüsünde buğdaygiller % 33,13, baklagiller % 33,80 ve diğer familyalar ise % 33,07 oranında temsil edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çalışma alanının botanik kompozisyonu incelendiğinde bazı türlerin oranlarının daha fazla olduğu ve bu sayede ön plana çıktığı görülmektedir. Buğdaygiller familyasında 16 türden 5 tanesi ön plana çıkmaktadır. Bunlardan *Vulpia myuros* türü % 17,65 oran ile en fazla görülen tür iken bunu sırasıyla *Bromus japonicus* (% 4,97), *Festuca ovina* (% 3,66), *Phleum exaratum* (% 3,21) ve *Cynosurus echinatus* (% 2,31) izlemektedir. Diğer türler mera kesimlerinin hepsinde tespit edilememekle birlikte, tespit edildiği alanlarda da oranları düşük olduğu için varyans analizine tabi tutulmamıştır.

Botanik kompozisyonadaki baklagil familyasına ait 11 türden 3 tanesinin diğerlerine göre daha yüksek olan oranları ile ön plana çıktığı görülmektedir. Bu türler *Astragalus microcephalus* (% 16,32), *Genista lydia* (% 11,07) ve *Medicago lupulina* (% 3,97)'dir.

Diğer familyalara ait türlerin botanik kompozisyonadaki dağılımı incelendiğinde ise 34 türden sadece 2 tanesinin her mera kesiminde ve % 2'nin üzerinde temsil edildiği görülmüştür. Bu türlerden *Rumex acetosella* % 2,20'lik bir orana sahip iken *Thymus sibthorpii* ise % 19,21 gibi yüksek bir orana sahip olmuştur (Çizelge 4.1).

Araştırma sahasına ait botanik kompozisyonunda familyaların payı ve detaylı tür bileşeni Çizelge 4.1'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Çalışmada ele alınan mera alanlarının tür bileşeni (%)

	Güney		Kuzey		Zirve		Ort.
TÜRLER	2017	2018	2017	2018	2017	2018	
Buğdaygiller							
<i>Aegilops sp.</i>	0,00	0,04	0,00	0,20	0,00	0,03	0,05
<i>Agropyron intermedium</i>	0,19	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
<i>Bromus japonicus</i>	5,33	5,85	4,99	5,09	4,49	4,08	4,97
<i>Bromus tectorum</i>	0,00	0,20	0,08	0,00	0,12	0,01	0,07
<i>Bromus tomentallus</i>	1,15	1,40	0,41	0,01	0,32	0,51	0,63
<i>Cynodon dactylon</i>	0,00	0,00	0,04	0,00	0,21	0,00	0,04
<i>Cynosurus echinatus</i>	1,39	1,47	2,64	3,95	1,87	2,57	2,32
<i>Dactylis glomerata</i>	0,03	0,07	0,22	0,38	0,18	0,13	0,17
<i>Festuca ovina</i>	1,26	1,84	5,89	6,11	3,47	3,42	3,67
<i>Hordeum bulbosum</i>	0,03	0,00	0,04	0,17	0,14	0,00	0,06
<i>Hordeum murinum</i>	0,15	0,03	0,09	0,01	0,04	0,03	0,06
<i>Koaleria cristata</i>	0,29	0,03	0,27	0,01	0,13	0,03	0,13
<i>Lolium perenne</i>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Phleum exaratum</i>	6,20	3,80	2,54	1,41	3,42	1,92	3,22
<i>Taeniatherum caput-medusae</i>	0,00	0,27	0,00	0,14	0,00	0,05	0,08
<i>Vulpia myuros</i>	16,04	17,18	15,08	17,90	19,98	19,72	17,65
TOPLAM	32,03	32,26	32,30	35,38	34,36	32,50	33,13
Baklagiller							
<i>Astragalus angustifolius</i>	1,23	0,55	0,03	0,03	0,40	0,59	0,47
<i>Astragalus lancifolius</i>	0,04	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,02
<i>Astragalus macrocephalus</i>	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
<i>Astragalus microcephalus</i>	6,38	6,03	25,02	24,63	17,87	18,01	16,32
<i>Astragalus tomolea</i>	0,20	0,54	0,00	0,00	0,03	0,00	0,13
<i>Genista lydia</i>	15,77	16,62	6,92	6,73	9,29	11,09	11,07
<i>Medicago lupulina</i>	2,69	2,61	5,53	4,73	3,89	4,36	3,97
<i>Medicago minima</i>	0,06	0,74	0,10	1,69	0,06	1,20	0,64
<i>Onobrychis oxyodonta</i>	2,11	1,83	0,01	0,03	0,47	0,17	0,77
<i>Trifolium sp.</i>	0,00	0,01	0,50	0,59	0,32	0,50	0,32
<i>Vicia sp</i>	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01
TOPLAM	28,48	29,37	38,14	38,43	32,40	35,94	33,80
Diğer Türler							
<i>Achillea bieberstein</i>	0,54	0,25	1,16	0,93	0,45	0,37	0,62
<i>Adonis sp.</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
<i>Alkanna sp.</i>	1,50	1,25	0,01	0,01	0,62	0,43	0,64
<i>Alyssium sibiricum</i>	0,45	0,24	0,18	0,21	0,25	0,14	0,25
<i>Androsace maxima</i>	0,14	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,05
<i>Anthemis triumfetti</i>	0,38	0,00	1,08	0,56	0,74	0,57	0,56
<i>Carduus nutans</i>	0,00	0,77	0,00	0,14	0,00	0,50	0,24
<i>Centaurea virgata</i>	0,54	0,81	0,01	0,05	0,04	0,13	0,26
<i>Cirsium arvense</i>	0,90	0,77	0,10	0,00	0,35	0,21	0,39
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,00	0,00	0,22	0,03	0,02	0,05	0,05

Çizelge 4.1. Çalışmada ele alınan mera alanlarının tür bileşeni (%) (devam)

TÜRLER	Güney		Kuzey		Zirve		Ort.
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	
Diğer Türler							
<i>Crataegus microphylla</i>	0,20	0,65	0,89	0,79	0,50	0,69	0,62
<i>Dianthus sp.</i>	0,00	0,01	0,00	0,11	0,00	0,01	0,02
<i>Eringium campestre</i>	1,42	1,50	0,48	0,52	1,11	1,27	1,05
<i>Erodium cicutarium</i>	0,28	0,20	0,08	0,01	0,17	0,21	0,16
<i>Euphorbia denticulata</i>	0,57	0,55	0,19	0,22	0,21	0,37	0,35
<i>Europhila verna</i>	1,28	0,71	0,90	0,27	1,14	0,48	0,80
<i>Galium aparine</i>	0,62	0,71	0,89	0,28	1,16	0,38	0,67
<i>Galium verum</i>	0,51	0,47	0,00	0,01	0,00	0,00	0,17
<i>Globularia trichosantha</i>	0,34	0,05	0,46	0,25	0,08	0,05	0,21
<i>Holosteum umbellatum</i>	0,43	0,60	0,10	0,18	0,19	0,17	0,28
<i>Muscari armeniacum</i>	0,03	0,04	0,04	0,15	0,00	0,06	0,05
<i>Papaver rhoeas</i>	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
<i>Plantago lagopus</i>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Polygonum cognatum</i>	0,01	0,00	0,58	0,00	0,01	0,00	0,10
<i>Rumex acetosella</i>	2,72	2,65	2,00	2,11	1,49	2,22	2,20
<i>Salvia brachyantha</i>	1,72	2,08	0,35	0,43	0,59	0,34	0,92
<i>Sanguisorba minor</i>	0,10	0,00	0,08	0,00	0,05	0,00	0,04
<i>Sedum amplexicaule</i>	0,00	0,08	0,00	0,38	0,00	0,15	0,10
<i>Tanacetum armenum</i>	0,72	0,67	0,17	0,06	0,08	0,04	0,29
<i>Taraxacum sp.</i>	0,60	0,00	0,08	0,00	0,20	0,08	0,16
<i>Teucrium chamaedrys</i>	1,00	1,20	0,34	0,88	0,50	0,48	0,73
<i>Teucrium polium</i>	2,52	1,79	0,77	0,52	0,87	0,72	1,20
<i>Thymus sibthorpii</i>	18,58	18,83	18,18	16,84	21,84	21,00	19,21
<i>Verbascum lasianthum</i>	1,39	1,48	0,15	0,25	0,50	0,42	0,70
TOPLAM	39,49	38,37	29,56	26,19	33,24	31,56	33,07

Mera alanında yıllar ve bakılara göre familya bazında ortaya çıkan bazı farklılıklar incelenerek analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Buğdaygil oranı

Sündiken Dağları Bozdağ Yöresi meralarında buğdaygil familyasına ait türlerin genel ortalaması % 33,15 olarak belirlenmiştir. Buğdaygil oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre buğdaygillerin oranı yıllar ve bakılar arasında önemli bir değişim göstermemiş ve yıl x bakı interaksyonu da önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Çalışma alanında bulunan buğdaygil familyasına ait türlerin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Hata Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Yıl	1	6,561	0,105	0,664
Bakı	2	31,567	0,507	0,776
Yıl x Bakı	2	62,255	0,978	0,379
Hata	114	63,679		

Buğdaygiller familyasına ait bitkilerin oranı 2017 yılında % 32,91 ve 2018 yılında % 33,38 olarak belirlenmiş fakat yıllar arasındaki bu fark, istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Buğdaygillerin oranı kuzeyde % 33,84 iken zirvede % 33,43 ve güneyde % 32,15 olmuştur (Çizelge 4.3). Bakılar arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak bir anlam ifade etmemiştir.

Çizelge 4.3. Buğdaygiller familyasına ait türlerin ortalamaları (%)

	2017	2018	Ortalama
Güney	32,03	32,26	32,15
Kuzey	32,30	35,38	33,84
Zirve	34,36	32,50	33,43
Ortalama	32,91	33,38	33,15

Botanik kompozisyonda öne çıkan buğdaygil türlerinin yıllar ve bakılara göre değişimini ortaya koymak için yapılan varyans analizi sonuçları ile ortalamalar aşağıda sıralanmıştır.

Bromus japonicus türü çalışmanın ilk yılında % 4,93 ve ikinci yılında %5,01'lik orana sahip olmuştur. Bakılara göre ise bu tür zirvede % 4,28 orana sahip iken kuzeyde % 5,04 ve güneyde % 5,59'lik orana sahip olmuştur (Çizelge 4.4). Varyans analizi sonuçlarına göre yıllar ve bakılar arasındaki fark ve bu verilere ait interaksiyon önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Çalışma alanındaki *Bromus japonicus* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Bromus japonicus</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	5,33	4,99	4,49	4,93
2018	5,85	5,09	4,08	5,01
Ortalama	5,59	5,04	4,28	4,97
F değerleri: Bakı = 6,357 ^{öd}	Yıl = 0,069 ^{öd}	Bakı x Yıl = 0,287 ^{öd}		
HKO : Bakı = 3,754	Yıl = 3,754	Bakı x Yıl = 13,073		

öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Cynosurus echinatus türünün 2017 yılındaki oranı % 1,97 iken 2018 yılında kompozisyonundaki oranı artarak % 2,66'ya yükselmiştir. Bakılar arasında ise kuzeyde % 3,29 ile en yüksek orana sahip iken güneydeki oranının en az seviyede (% 1,43) olduğu kaydedilmiştir. Zirvede % 2,22 oranında bulunan türün kompozisyonundaki oranı bakımından her iki bakı ile arasında önemli bir istatistiksel fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.5)

Çizelge 4.5. Çalışma alanındaki *Cynosurus echinatus* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Cynosurus echinatus</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	1,39	2,64	1,87	1,97 ^b
2018	1,47	3,95	2,57	2,66 ^a
Ortalama	1,43 ^b	3,29 ^a	2,22 ^{ab}	2,31
F değerleri: Yıl = 21,081* Bakı = 44,238* Yıl x Bakı = 0,160 ^{öd}				
HKO : Yıl = 2,792 Bakı = 2,792 Yıl x Bakı = 17,439				

*: Fark 0.05 seviyesinde önemli, öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Ele alınan meralarda ortalama % 3,66 oranında bulunan *Festuca ovina* türü, yıllara göre önemli bir değişim sergilememiştir. Bitki kuzeyde % 6,00 ile en yüksek orana sahip olurken güneyde % 3,10 ile en düşük orana sahip olmuştur. Zirvede ise % 3,44 oran ile kuzey ve güney arasında yer almıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Çalışma alanındaki *Festuca ovina* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Festuca ovina</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	1,26	5,89	3,47	3,54
2018	1,84	6,11	3,42	3,79
Ortalama	3,10 ^c	6,00 ^a	3,44 ^b	3,66
F değerleri: Yıl = 4,291 ^{öd} Bakı = 115,680** Yıl x Bakı = 0,185 ^{öd}				
HKO : Yıl = 4,400 Bakı = 4,400 Yıl x Bakı = 23,747				

** : Fark 0.01 seviyesinde önemli, öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Ele alınan meralarda *Phleum exaratum* türünün 2017 yılındaki oranı % 4,05 olarak tespit edilirken, 2018 yılında bu oran düşüş göstererek % 2,38'e gerilemiştir. Farklı bakıya sahip mera alanları arasında türün oranı güneyde en yüksek (% 5,00) iken diğer iki bakıda daha düşük olmuştur (Çizelge 4.7). Bu türün zirve ve kuzey meralarındaki oranları arasında istatistiksel bir benzerlik söz konusudur.

Çizelge 4.7. Çalışma alanındaki *Phleum exaratum* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Phleum exaratum</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	6,20	2,54	3,42	4,05a
2018	3,80	1,41	1,92	2,38b
Ortalama	5,00a	1,97b	2,67b	3,21
F değerleri: Yıl = 237,043** Bakı = 294,411** Yıl x Bakı = 0,083 ^{öd}				
HKO : Yıl = 1,014 Bakı = 1,014 Yıl x Bakı = 12,289				

** : Fark 0.01 seviyesinde önemli, öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Vulpia myuros türünün Bozdağ merasında 2017 yılındaki oranı % 17,03 iken 2018'de bu oran % 18,29 olarak belirlenmiştir. Yıllar arasındaki bu fark istatistiksel açıdan önemli olmamıştır. Yine bakılar incelendiğinde zirvede *V. myuros* oranı % 19,85 iken kuzeyde % 16,49 ve güneyde % 16,61 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Bakılar arasındaki farklar da istatistiksel açıdan önemli olmamıştır.

Çizelge 4.8. Çalışma alanındaki *Vulpia myuros* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Vulpia myuros</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	16,04	15,08	19,98	17,03
2018	17,18	17,90	19,72	18,26
Ortalama	16,61	16,49	19,85	17,65
F değerleri: Yıl = 4,279 ^{öd} Bakı = 6,937 ^{öd} Yıl x Bakı = 0,215 ^{öd}				
HKO : Yıl = 9,687 Bakı = 9,687 Yıl x Bakı = 45,053				

öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Buğdaygiller, 250-1000 mm yağış kuşağı ile deniz seviyesinden 5000 m rakıma kadar adapte olabilen, saçak ve gelişmiş kök yapıları sayesinde az miktardaki yağışları veya toprak nemini en iyi şekilde değerlendiren bitkilerdir. Bu sebeple ülkemizde de dünya meralarında olduğu gibi en yaygın olarak görülen familyadır (Laurenroth, 1979; Koç, 1995; Holechek vd., 2011; Altın vd., 2011a). Ayrıca buğdaygiller otlatma baskısına karşı geniş yapraklılardan daha dayanıklı olmaları sebebiyle otlanan alanlarda geniş bir yayılım göstermektedirler (Gökkuş ve Koç, 2001). Dolayısıyla ele alınan mera alanlarında buğdaygillerin tür bileşeninde yüksek oranda temsil edilmesi beklenen bir durumdur.

Ülkemizdeki meralarda en büyük sorunlardan birisi de ağır otlatmadır. Ağır otlatılan meralarda istenen türler azalarak yerlerine istilacı, yem değeri düşük ve genellikle tek yıllık türler yerleşmektedir (Altın vd., 2005; Çomaklı vd., 2008; Bakoğlu vd., 2009; Koç vd.,

2013). Merada yaygın olması beklenen çok yıllık buğdaygillerin azalarak yerlerine tek yıllık istilacı türlerin yerleşmesi erken ve ağır otlatmanın bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim diğer bazı araştırmacılar da ağır otlatma sonucu çok yıllık buğdaygillerin yerine tek yıllık buğdaygillerin yerleştiğini ve bu durumda meranın istilacı geniş yapraklılara karşı daha hassas hale geldiğini belirtmişlerdir (Fuls, 1992; DiTomaso, 2000). Çalışmanın yürütüldüğü merada tür bileşeni incelendiğinde *V. myuros*, *B. japonicus* ve *P. exaratum* gibi tek yıllık ve istilacı türlerin yaygın olduğu açıkça görülmektedir (Çizelge 4.1). Buradan yola çıkarak Sündiken Dağları Bozdağ Yöresi meralarının geçmişte ağır otlatıldığı sonucuna varılabilir.

Yöredeki hayvan varlığına ait geçmiş yılların rakamları kayıtlı olmadığı için güncel rakamlar incelenmiş ve Tarım İl Müdürlüğü'ne ait güncel hayvan varlığının yaklaşık 3500 küçükbaş ve 700 büyükbaş olduğu görülmüştür. Bu verilere göre ağır otlatma ihtimali üzerinde durmak güç gözükmemektedir. Ancak bölgedeki üreticilerle birebir yapılan görüşmelerde 1970'li yıllarda hayvan varlığının günümüzdekinin 10 katına yakın olduğu ifade edilmiştir. Bu durum da muhtemelen geçmişte yapılan ağır ve erken otlatmanın günümüzdeki sonuçlara sebep olduğunu göstermektedir.

Bozdağ merasının buğdaygiller familyasına ait tür bileşeninde ön plana çıkan türlerin *F. ovina* hariç genellikle tek yıllık ve istilacı türler olduğu görülmüştür (Serin vd., 2008; HilleRisLambers vd., 2010; Şahin vd., 2015). Generatif yolla yenilenen ve yem kalitesinin düşük olması nedeniyle ruminantlar tarafından tercih edilebilirliği düşük olan istilacı türler, çok yıllık türlerin gelişimini engellemekle birlikte ağır otlatma şartlarında vejetasyondaki oranlarında da artış görülmektedir (Baskin ve Baskin, 1981; Baumont, 1996; Heise ve Merenlender, 2002; Harmoney, 2007; Türe ve Böcük, 2007; Acar vd., 2009). Bu nedenle Bozdağ merasının geçmişte muhtemelen ağır otlatılması sebebi ile günümüzde tek yıllık istilacı buğdaygil türlerinin (*B. japonicus*, *C. echinatus*, *P. exaratum*, *V. myuros*) vejetasyondaki oranları artmıştır.

Meralarda tür bileşimi farklı bakıya sahip alanlarda önemli derecede değişim göstermektedir (Thomson ve Jones, 1990). Kuzey yarımkürede güney bakıya sahip alanlarda ışıktanmanın daha fazla olması sebebiyle sıcaklık ve buharlaşma da daha yüksek olmaktadır. Bu nedenle güney alanlar daha hızlı ısınmakta ve sıcaklık artışına daha hızlı tepki veren

buğdaygiller de güneyde hızla büyümeye başlamaktadır (Koç, 1995; Holechek vd., 2011). Ancak kendilerini çoğunlukla generatif yolla yenileyen tek yıllık buğdaygiller, erken büyümeleri nedeniyle güney alanlarda generatif döneme geçmeden otlanmaları sebebiyle tür bileşimindeki oranı daha düşük olabilmektedir. Nitekim *C. echinatus* türünün güney alanlarda daha düşük oranda tür bileşenine katılması muhtemelen bu durumdan kaynaklanmıştır. Ancak Akdeniz orijinli *P. exaratum* türünün (El-Gazzar vd., 2016) güney alanlarda daha yüksek oranda olması sıcaklığa olan toleransı sayesinde diğer istilacı türlere rekabette üstün gelmesinden kaynaklanıyor olabilir.

Buğdaygiller familyasına ait çok yıllık ve yumak oluşturan *Festuca ovina*, meralarda çoğaltıcılar sınıfında yer almaktadır (Serin vd., 2008). Ruminantlar tarafından orta derecede tercih edilen bu tür ortalama % 10 civarında ham protein içeriğine sahiptir (Bakoğlu vd., 1999c). Bazı araştırmacılar, otlatma baskısına karşı toleransının yüksek olması nedeniyle ağır otlatılan meralarda *Festuca ovina* oranında bir artış görülebileceğini ifade etmişlerdir (Vermeire ve Bidwell, 2002; Koç vd., 2008). Ulusal Mera Kullanımı ve Yönetimi Projesi sonuçlarına göre ildeki meralarda *Festuca ovina* türü oranının ortalaması % 11,66'dır (Avağ vd., 2012). Ancak Bozdağ merasında bu türün oranının il ortalamasından oldukça düşük olmasının geçmişteki ağır otlatmadan kaynaklanması kuvvetle muhtemeldir.

Kuzeyde *Festuca ovina* oranının daha yüksek olması, elverişli nemli periyodun uzun olması nedeniyle yaz dormansisinin kısa olması ve bu dönemde ağır otlanan bitkilerin canlı kalması ile ilgili olabilir. Ayrıca benzer ekolojiye sahip olan Kaliforniya meralarında çok yıllıkların geçmişteki ağır otlatma yüzünden kaybolduğunun ve bu yüzden dormant dönemi tohum halinde geçiren tek yıllıkların yaygın olmasının ana neden olarak gösterilmesi (White, 1999; Heise ve Merenlender, 2002; Jimerson ve Carothers, 2002) çalışmada incelenen mera alanlarında tek yıllıkların hakimiyet sebebini belirtici niteliktedir.

Uzayan yaz dormansisi, ağır otlatma yüzünden yeterli yedek besin maddesi depolayamayan çok yıllık bitkilerin vejetasyondan çekilmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla araştırma sahasında da çok yıllık buğdaygillerin az olması geçmişteki ağır otlatma baskısı yüzünden çok yıllıkların ortamdan çekilmesinden kaynaklanmıştır.

4.1.2. Baklagil oranı

Araştırmanın yürütüldüğü mera alanlarında baklagil familyasına ait türlerin oranı ortalama % 33,80 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Baklagil oranına ait varyans analizi sonucu Çizelge 4.9’da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre baklagillerin oranı yıllar arasında önemli bir değişim göstermezken, bakılar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu belirlenmiştir. Yıl x bakı interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Çalışma alanında bulunan baklagil familyasına ait türlerin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Hata Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Yıl	1	74,671	2,506	0,254
Bakı	2	880,090	29,531	0,033
Yıl x Bakı	2	29,802	0,365	0,695
Hata	114	81,708		

Baklagiller familyasına ait bitkilerin oranı 2017 yılında % 33,00 ve 2018 yılında % 34,58 olarak belirlenmiş fakat yıllar arasındaki bu fark, istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Zirvede baklagil oranı % 34,17 iken kuzeyde bu oran % 38,28 olarak ölçülmüştür. Bu iki bakı arasındaki fark önemsiz iken güneydeki baklagil oranı % 28,92 ile diğer iki bakıya göre daha düşük kalmıştır. Bu farklılık (Çizelge 4.10) istatistiksel olarak % 5 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10. Baklagiller familyasına ait türlerin ortalamaları (%)

	2017	2018	Ortalama
Güney	28,48	29,37	28,92 ^b
Kuzey	38,14	38,43	38,28 ^a
Zirve	32,40	35,94	34,17 ^a
Ortalama	33,00	34,58	33,79

Botanik kompozisyonda yaygın olan baklagil türlerinin yıllar ve bakılara göre değişimini ortaya koymak için yapılan varyans analizi sonuçları aşağıda sıralanmıştır.

Astragalus microcephalus türünün 2017 yılında Bozdağ merasındaki oranı % 16,42 iken 2018 yılında % 16,22 olarak ölçülmüştür. Yıllar arasındaki bu fark istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Bakılar incelendiğinde en yüksek oran % 24,82 ile kuzeyde

kaydedilirken bunu azalan oranla % 17,94 ile zirve izlemiştir ve en düşük oran ise % 6,20 ile güneyde kaydedilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Çalışma alanındaki *Astragalus microcephalus* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Astragalus microcephalus</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	6,38	25,02	17,87	16,42
2018	6,03	24,63	18,01	16,22
Ortalama	6,20^c	24,82^a	17,94^b	16,32
F değerleri: Yıl = 2,332 ^{öd} Bakı = 1664,014 ^{**} Yıl x Bakı = 0,013 ^{öd}				
HKO : Yıl = 1,671 Bakı = 1,671 Yıl x Bakı = 126,492				

** : Fark 0.01 seviyesinde önemli, öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Genista lydia türünün botanik kompozisyonundaki oranı 2017 yılında % 10,66 ve 2018 yılında % 11,48 olarak belirlenmiştir. Yıllar arasındaki bu fark istatistiksel açıdan bir anlam ifade etmemiştir. Türün güneydeki oranı % 16,19 ile en yüksek iken zirvede % 10,19 ve kuzeyde % 6,82 ile en düşük olmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Çalışma alanındaki *Genista lydia* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Genista lydia</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	15,77	6,92	9,29	10,66
2018	16,62	6,73	11,09	11,48
Ortalama	16,19^a	6,82^c	10,19^b	11,07
F değerleri: Yıl = 0,953 ^{öd} Bakı = 104,294 ^{**} Yıl x Bakı = 0,200 ^{öd}				
HKO : Yıl = 8,937 Bakı = 8,937 Yıl x Bakı = 44,681				

** : Fark 0.01 seviyesinde önemli, öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Çalışmanın 2017 yılındaki botanik kompozisyonunda *Medicago lupulina* türünün oranı % 4,03 iken 2018 yılında % 3,90 olarak tespit edilmiştir. Yıllar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Türün kompozisyonundaki oranı bakımından en yüksek değer % 5,13 ile kuzeyde görülürken bunu % 4,12'lik oranla zirve takip etmiştir. Kuzey ve zirve arasında görülen bu farklılık istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Bu tür, % 2,65 ile güneyde en düşük oran ile temsil edilmiş ve diğer bakılar ile arasındaki bu fark istatistiki olarak önemli olmuştur (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Çalışma alanındaki *Medicago lupulina* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Medicago lupulina</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	2,69	5,53	3,89	4,03
2018	2,61	4,73	4,36	3,90
Ortalama	2,65^b	5,13^a	4,12^a	3,97
F değerleri: Yıl = 0,340 ^{öd} Bakı = 23,093* Yıl x Bakı = 0,615 ^{öd}				
HKO : Yıl = 7,961 Bakı = 7,961 Yıl x Bakı = 12,953				

*: Fark 0.05 seviyesinde önemli, öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Baklagiller familyası, genellikle yüksek ham protein içeriğine sahip ve değerli yem bitkilerinden oluşmasıyla bilinen bir familyadır (Açıkgöz, 2001; Altın vd., 2005). Ancak meralarda hayvansal ürün kalitesini düşüren, istenen türlerin gelişmesini engelleyen veya verim ve gelişme dönemi yıllık yağışların dağılımına bağlı olan tek yıllık türler ise istilacı olarak kabul edilmektedir (Altın vd., 2011a). Bu nedenle mera bitki örtüleri değerlendirilirken baklagil familyasının oranından çok tür kompozisyonu dikkate alınmaktadır.

İç Anadolu Bölgesi meralarında yapılan bazı çalışmalara göre bölge meralarındaki baklagil oranları % 6 ile % 20 arasında değişirken, Eskişehir ilinde bu oranın % 5 ile % 22 arasında değişim gösterdiği görülmektedir (Babalık ve Sönmez, 2010; Avağ vd., 2012; Babalık ve Sarıkaya, 2015; Koç ve İleri, 2016; Babalık ve Ercan, 2018). Çalışmada Bozdağ yöresi meraları için elde edilen baklagil oranının (% 33,79), diğer çalışma ortalamalarına göre yüksek olduğu görülmektedir. Tür bileşimi incelendiğinde ise baklagiller familyasında *Astragalus microcephalus* (% 16,32), *Genista lydia* (% 11,07) ve *Medicago lupulina* (% 3,97) türlerinin ön plana çıktığını ve bu türlerin yüksek oranları nedeniyle genel baklagil oranının da ortalamadan yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Bahsi geçen türlerin istilacı sınıfında yer aldıkları göz önüne alındığında mera alanının geçmişteki ağır otlatılmasına bağlı olarak günümüzde bu istilacı türlerin oranının da yüksek olduğunu ifade etmek mümkündür (Sternberg vd., 2000; Altın vd., 2011a). Çünkü iklim değişikliğinin yanında otlatmadaki değişim de yarı kurak iklimlerde baklagillerdeki değişimi etkileyen en önemli faktörlerden birisidir (Fuhlendorf vd., 2001; Çakal, 2016).

Baklagil oranının güney alanlarda kuzey ve zirveye göre daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.10). Bu sonuç, Koç'un (1995) bildirdiği sonuçlar ile tutarlıdır. Bu

durumun, *A. microcephalus* türünün kuzey ve zirvede sırasıyla % 24,82 ve % 17,94 oranında bulunurken güneyde daha düşük oranda (% 6,20) bulunmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.11). Her ne kadar *G. lydia* türü de güneyde daha yaygın olsa da bu durum bakılar arasındaki istatistiksel farkı kapatmaya yeterli olamamıştır. Ayrıca güney alanlarda sıcaklık ve ışıklanmaya bağlı buharlaşmanın yüksek olması nedeniyle kuzey ve zirveye göre daha düşük neme sahip olması bu konuda etkili olabilir. Zira baklagiller her ne kadar derinden su alabilse de kuraklığa buğdaygiller kadar dayanıklı değildirler (Daryanto vd., 2017). Nitekim İç Anadolu Bölgesi'nin ülkemizin en kurak bölgesi olması ve kısıtlı yağışın toprak derinliklerine sızmasının yetersiz olması bu ifadeyi desteklemektedir.

Baklagiller familyasından çok yıllık bodur çalı türü olan *A. microcephalus*, genellikle ruminantlar için lezzeti düşük, yem değeri olmayan, dikenli bir tür olup istilacılar sınıfında değerlendirilmektedir (Koç vd., 2008; Serin vd., 2008). Ancak meradaki otların besleme değeri düştüğünde veya yeşil yem bulunmadığı dönemlerde küçükbaşlar tarafından zorlanarak otlanabilmektedir. Her ne kadar rekabet gücü düşük olsa da çok yıllık bir çalı olması sebebiyle bu türün oranının doğal afetler veya insan müdahalesi dışında kısa sürede büyük değişimler göstermesi beklenmemektedir. Nitekim yıllar arasında da önemli bir değişim tespit edilmemiştir. Diğer bir istilacı baklagil çalı türü olan *G. lydia* ise eğimi fazla, kireçli, kayalık ve sığ topraklı alanlarda toprak örtücü ve süs bitkisi amacıyla başarılı şekilde tesis edilebilme özelliği ile ön plana çıkmaktadır (Serin vd., 2008; Erken ve Özzambak, 2014).

Farklı bakıya sahip alanlar arasındaki en önemli farkın ışıklanmaya bağlı olarak toprak nemi olduğunu belirten Sternberg ve Shoshany (2001), odunsu türlerin kuzey bakıda yer alan meralardaki oranının güneyden daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir. Nitekim *A. microcephalus* türünün de Bozdağ meralarının kuzey alanlarında önemli derecede daha yüksek orana sahip olduğu görülmektedir. Ancak *G. lydia* çalısının tür bileşenindeki oranının Bozdağ meralarının kayalık, yüksek eğimli ve toprağı sığ olan güney alanlarında daha yüksek olmasında türün güney alanlardaki elverişsiz koşullara diğer türlere göre daha uyumlu olması etkili olmuştur.

Baklagiller familyasından bazen tek yıllık bazen de kısa ömürlü çok yıllık bir yonca türü olan *Medicago lupulina*, yem değeri yüksek ve meralarda çoğaltıcılar sınıfında

değerlendirilen bir türdür (Serin vd., 2008). Taşlı toprak yapısına sahip, ışıklanma ve buharlaşma oranının yüksek olduğu güney bakıda bu türün oranının daha düşük olduğu görülmektedir. Nitekim Erzurum’da yürüttüğü çalışmada Koç (1995), çok yıllık bir baklagil olan *Medicago papillosa* türünün kuzey bakıdaki oranının daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bozdağ meralarındaki bu durum da muhtemelen güney bakıdaki nem ve otlatma durumunun diğer bakılara göre daha uygunsuz olmasından kaynaklanmıştır.

4.1.3. Diğer familyaların oranı

Araştırma alanında diğer familyalara ait türlerin oranı % 33,07 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Diğer familyaların oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre yıllar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmazken bakılar arasındaki farkın önemli olduğu görülmektedir. Yıl x bakı interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Çalışma alanında bulunan diğer türlerin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Hata Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Yıl	1	107,996	5,996	0,134
Bakı	2	1317,565	73,151	0,013
Yıl x Bakı	2	18,012	0,334	0,716
Hata	114	53,857		

Diğer familyaların oranı 2017 yılında % 34,10 iken 2018 yılında % 32,04 olarak bulunmuş fakat bu fark istatistiki olarak önemsiz olmuştur. Diğer familyaların bakılara göre oranlarının değişimi incelendiğinde en yüksek oran % 38,93 ile güneyde tespit edilmiştir. Bu oranı % 32,40 ile zirve takip ederken en düşük oran % 27,88 ile kuzey alanlarda belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Diğer familyaların ortalamaları (%)

	2017	2018	Ortalama
Güney	39,49	38,37	38,93a
Kuzey	29,56	26,19	27,88c
Zirve	33,24	31,56	32,40b
Ortalama	34,10	32,04	33,07

Botanik kompozisyonda öne çıkan diğer familyalara ait türlerin yıllar ve bakılara göre değişimini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları aşağıda sıralanmıştır.

Rumex acetosella türünün 2017 yılındaki oranı % 2,07 iken 2018 yılında % 2,33 olarak tespit edilmiştir. Yıllar arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. Zirvede % 1,85 orana sahip olan türün kuzeydeki oranı % 2,05 ve güneydeki oranı % 2,68 olarak belirlenmiştir. Ele alınan mera alanları arasındaki bu farklılık da istatistiki açıdan önemsiz olmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Çalışma alanındaki *Rumex acetosella* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Rumex acetosella</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	2,72	2,00	1,49	2,07
2018	2,65	2,11	2,22	2,33
Ortalama	2,68	2,05	1,85	2,20
F değerleri: Yıl = 3,240 ^{öd} Bakı = 4,964 ^{öd} Yıl x Bakı = 0,559 ^{öd}				
HKO : Yıl = 5,748 Bakı = 5,748 Yıl x Bakı = 10,281				

öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Thymus sibthorpii türünün oranı, çalışmanın ilk yılı olan 2017’de % 19,53, 2018 yılında % 18,89 olarak belirlenmiştir. Yıllar arasındaki bu fark istatistiki açıdan önemsiz olmuştur (Çizelge 4.17). Bakılar arasında türün en yüksek oranı % 21,42 ile zirvede görülürken en düşük oran % 17,51 ile kuzeyde belirlenmiştir. Güney alanlarda ise sahip olduğu % 18,70’lik oran ile kuzey ve zirve ile istatistiki açıdan farksız olmuştur.

Çizelge 4.17. Çalışma alanındaki *Thymus sibthorpii* türünün tür bileşenindeki ortalamaları

<i>Thymus sibthorpii</i>				
	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017	18,58	18,18	21,84	19,53
2018	18,83	16,84	21,00	18,89
Ortalama	18,70 ^{ab}	17,51 ^b	21,42 ^a	19,21
F değerleri: Yıl = 0,572 ^{öd} Bakı = 15,660* Yıl x Bakı = 0,256 ^{öd}				
HKO : Yıl = 6,501 Bakı = 6,501 Yıl x Bakı = 25,434				

*: Fark 0.05 seviyesinde önemli, öd: Fark istatistiksel olarak önemsiz

Diğer familyalar grubu genellikle geniş yapraklı, dikenli, yem değeri bulunmayan, ruminantların farklı seviyelerde tercih ettiği ve meralarda istilacı olarak kabul edilen türlerden oluşmaktadır. Araştırmacılar bu grubun yaygın olmasının ana nedenini öncelikle

uygun olmayan otlatma olarak tanımlamaktadırlar (Altın vd., 2005; Güllap, 2010). Bu familyaya ait türler çok sayıda tohum üreterek kısa sürede geniş alanlara yayılış gösterebilmekte ve iklim değişikliklerine kısa sürede adapte olabilmektedirler. Bu nedenle önlem alınmadığında buğdaygil ve baklagil familyalarına göre alanı daha hızlı şekilde istila etme yeteneğine sahiptirler.

Bölge meralarında yürütülen bazı çalışmaların sonuçları incelendiğinde botanik kompozisyonunda diğer familyaların oranının % 25 ile % 51 arasında değiştiği görülmektedir (Avağ vd., 2012; Koç ve İleri, 2016; Babalık ve Ercan, 2018). Eğimi yüksek ve taşlı bir toprak yapısına sahip olan güney alanlarda diğer familyaların daha yüksek orana sahip olduğu görülmektedir. Nitekim Çakal (2016) da yürüttüğü çalışma sonuçlarına göre taşlılık ve erozyonun fazla olduğu alanlarda diğer familyalara ait türlerin oranının daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Diğer yandan geçmişte ağır otlatıldığı düşünülen bu alanlarda topografik faktörlerin de zorlayıcı olması nedeniyle diğer türler güney yöneylerde daha fazla orana sahip olmuştur. Bu konuda çalışan birçok araştırmacı da diğer familyaların olumsuz şartlara daha iyi adapte olarak istila seviyesini artırabildiğini bildirmiştir (Koç, 1995; Altın vd., 2011a; Çetiner vd., 2012; Sürmen ve Kara, 2018).

Kuzukulağıgiller familyasına ait çok yıllık bir tür olan *Rumex acetosella*, oksalat içeriği nedeniyle acı bir tada sahip ve yem değeri bulunmayan, meralarda istilacılar sınıfında kabul edilen bir türdür (Serin vd., 2008). Yıllara göre oranı önemli bir şekilde değişim göstermeyen türün farklı yöneylerdeki oranları incelendiğinde istatistiksel bir fark olmadığı görülmektedir. İstilacı özelliği nedeniyle geniş alanlara yayılma özelliğine sahip olan türün otlatma baskısı ile oranında bir değişim olmadığı ancak bahar yağışlarından önemli ölçüde etkilendiği belirtilmektedir (Allen vd., 1995).

Ballıbabagiller familyasından çok yıllık bir tür olan *Thymus sibthorpii* ise diğer tüm *Thymus* türleri gibi meralarda istilacılar sınıfında yer almaktadır. Avağ vd. (2012), *T. sibthorpii* türünün bölge meralarında %12,9 ile en yoğun orana sahip istilacı tür olduğunu bildirmiştir. Abraham vd. (2018), *T. sibthorpii* türünün vejetasyondaki oranının kuzey veya güney bakı özelliğine göre değişmediğini ancak otlatma baskısına göre önemli ölçüde değişim gösterdiğini bildirmiştir. Çalışmamızda da bu türün oranının kuzey ve güney bakı arasında önemli bir değişim göstermediği görülmektedir. Ancak zirvedeki oranın kuzeyden

daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.17). Bu durumda zirvedeki otlatma baskısının kuzeyden daha düşük olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca her ne kadar ruminantlarca tercih edilmeyen bir tür olsada *T. sibthorpii*'nin esansiyel yağ oranının azaldığı güz döneminde küçükbaş hayvanlar tarafından otlandığı belirtilmiştir (Riddle vd., 1996; Torrano ve Valderrabano, 2005; Abraham vd., 2018). Dolayısıyla aktif büyüme döneminde pek otlanmayan bu bitki otlatma şartlarında merada kendini muhafaza edebilmekte ve diğer türlerin azalması durumunda da oranı artabilmektedir.

4.2. Toprağı Kaplama Oranı (TKO)

Ele alınan 3 farklı topoğrafik pozisyondaki meraların bitki örtüsünün toprağı kaplama oranına ait verilere uygulanan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18'de ve ortalamaları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Çalışma alanındaki bitki örtüsünün toprağı kaplama oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Hata Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Yıl	1	180,688	56,127	0,017
Bakı	2	107,694	33,453	0,029
Yıl x Bakı	2	3,219	0,495	0,612
Hata	114	6,509		

Araştırma sonucunda yıllar ve bakılar arasında TKO bakımından ortaya çıkan farkların istatistiksel olarak % 5 seviyesinde önemli olduğu belirlenirken yıl x bakı interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Bozdağ Yöresi meralarının TKO, yıllar ve bakılar arasında önemli değişiklikler göstermiştir (Çizelge 4.18). Araştırmanın birinci yılında % 91,28 olan TKO, 2018 yılında yükselerek % 93,74'e çıkmıştır. Bakı özelliği incelendiğinde de önemli değişimler olduğu görülmektedir. En yüksek TKO oranı % 93,86 ile kuzeyde görülürken, % 92,99 oranındaki kaplılık oranına sahip olan zirve ile kuzey arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Güneydeki kaplılık oranının ise (% 90,68) kuzey ve zirveden daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Çalışma alanında bitki örtüsünün toprağı kaplama oranına ait ortalamalar (%)

	2017	2018	Ortalama
Güney	89,15	92,22	90,68 ^b
Kuzey	92,70	95,02	93,86 ^a
Zirve	92,01	93,97	92,99 ^a
Ortalama	91,28 ^b	93,74 ^a	92,51

Mera alanlarında bitki örtüsü ile toprak ve su aralarında iç içe bir ilişkiye sahiptirler. Toprağı kaplayan bitki örtüsünün azalması durumunda toprak ve depolanan suyun da azalması sonucu bitki örtüsü için elverişsiz bir ortam oluşmaktadır (Altın vd., 2005). Dolayısıyla bu durum meraların erozyona açık bir hale gelmesine yol açmaktadır. Nitekim dünyada erozyona hassas olduğu belirtilen alanların % 80'e yakını meralar oluşturmaktadır (Thurow ve Hussein, 1989; Gökkuş ve Koç, 1993). Doğal bir süreç olan erozyon, aşırı ve erken otlatma sonucu bitki örtüsünün tahrip edilmesi gibi insan kaynaklı hatalı uygulamalar sonucu hızlanmaktadır (Altın vd., 2005; Chartier ve Rostango, 2006). Bu nedenle TKO, meralarda önemli bir özellik olup dip kaplama esasına göre % 30 sınırının altına düştüğünde erozyon kritik şekilde artış göstermekte (Marshall, 1973) ve müdahale edilmediği sürece doğal yollarla iyileşememektedir (Koç vd., 1994a; Altın vd., 2011b). Dip kaplama oranını modifiye edilmiş tekerlekli nokta metoduna uyarlayan Koç ve Çakal (2004), gerçek dip kaplama oranının % 30 olduğu durumda bu metot ile % 55 olarak ölçüldüğünü kaydetmişlerdir. Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen sonuçlar için eşik değerin % 55 olarak dikkate alınması isabetli olacaktır.

Meraların TKO'ları, doğal süreçte öncelikli olarak iklim faktörlerinden olan yağış ve sıcaklık tarafından önemli derecede etkilenmektedir (Holechek vd., 2011; Molinar vd., 2011). Nitekim Bozdağ meralarında 2018 yılındaki toplam yağışın bir önceki yıla göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2). Bu verilere dayanarak Bozdağ meralarında 2018 yılı TKO'nun 2017 yılına göre daha yüksek olmasındaki temel sebebin de yıllar arasındaki yağış farkından kaynaklandığını ifade etmek mümkündür. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda araştırmacılar bulgularımızı destekleyici şekilde meralarda yağışın fazla olduğu yıl veya sezonlarda toprak kaplılığının da daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Nearing vd., 2005; Mashiri vd., 2008). Özellikle bir önceki yılın sonbaharının yağışlı geçmesi serin mevsim buğdaygillerinin hakim olduğu meralarda bitki örtüsünün toprağı kaplama oranında belirgin bir artışa neden olmaktadır (Koç, 2001). Nitekim çalışma alanına 2017 yılı sonbaharında düşen yağışlar 2018 yılında ortaya çıkan artışta etkili olmuştur.

Meralarda iklimsel faktörler dışında bakı ve otlatma durumu da TKO'nı önemli derecede etkileyen özelliklerdir (Koç, 1995; Barger vd., 2004; Deng vd., 2014). Işıklanma bakımından farklılık gösteren bakılar, buna bağlı olarak buharlaşma ve hatta sıcaklık bakımından da değişim göstermektedirler. Kuzey bakılar, bulunduğumuz yarımkürede güneye göre daha az ışıklanmakta ve bu nedenle topraklarındaki nem içeriği de daha yüksek olmaktadır. Bozdağ meralarında kuzey ve zirvede toprak kaplılığının güneyden yüksek olma sebebi de bakıların ışıklanma özelliğinden kaynaklanmaktadır. Bazı araştırmacılar da meralarda güney bakılardaki kaplılığın kuzeyden daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (Gökkuş vd., 1993; Koç, 1995; Rezaei ve Gilkes, 2005; McGwire vd., 2013).

Bölge meralarını da içine alan ve vejetasyon etüdünde çalışmamıza benzer şekilde Koç ve Çakal (2004) tarafından modifiye edilmiş tekerlekli lup metodunun kullanıldığı Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi sonuçlarına göre, Eskişehir ili meralarının ortalama TKO % 82,9 olarak belirlenmiş ve çalışmada Bozdağ Yöresi meralarından olan Karadere Köyü merasının TKO % 99,75 olarak belirlenmiştir (Avağ vd., 2012). Çalışmamızda elde edilen TKO değerleri de bu sonuçlar ile benzerlik göstermektedir ve TKO bakımından Bozdağ meralarının erozyona karşı yeterli örtü derecesine sahip olduğunu söylemek mümkündür.

4.3. Mera Sağlık ve Durum Sınıfı

Bozdağ meralarının Koç vd.nin (2003) belirttiği esaslara göre incelenen bitki örtüsündeki azalıcı, çoğalıcı ve istilacı tür oranları ile mera sağlık ve durum sınıfları, Çizelge 4.20'de verilmiştir. Bu yöntemle göre Bozdağ meralarının zirvelerinde 2017 ve 2018 yılları için sırasıyla azalıcı tür oranları % 0,83 - 0,33, çoğalıcı tür oranları % 8,94 - 9,00 ve istilacı tür oranları % 90,23 - 90,67 şeklinde belirlenmiştir. Kuzey bakıya sahip alanlarda bu oranlar farklı yıllarda sırasıyla azalıcı türler için % 0,59 - 0,42, çoğalıcı türler için % 12,57 - 12,35 ve istilacı türler için % 86,84 - 87,23 olmuştur. Güney alanlarda ise yine yıllara göre sırasıyla azalıcı tür oranları % 2,72 - 2,01 iken çoğalıcı tür oranları % 7,47 - 7,74 ve istilacı tür oranları % 89,81 - 90,25 şeklinde bulunmuştur. Çalışma sonucuna göre farklı bakıya sahip olan tüm alanlarda mera sağlık ve durum sınıfları her iki yılda da "sağlıklı - zayıf" sınıfta yer almıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Çalışma alanına ait azalıcı, çoğalıcı ve istilacı türlerin oranları ile mera sağlık ve durum sınıfları

	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
2017				
Azalıcı (%)	2,72	0,59	0,83	1,38
Çoğalıcı (%)	7,47	12,57	8,94	9,66
İstilacı (%)	89,81	86,84	90,23	88,96
Mera Durumu	Zayıf	Zayıf	Zayıf	Zayıf
TKO (%)	89,15	92,70	92,01	91,28
Sağlık Sınıfı	Sağlıklı	Sağlıklı	Sağlıklı	Sağlıklı
2018				
Azalıcı	2,01	0,42	0,33	0,92
Çoğalıcı	7,74	12,35	9,00	9,70
İstilacı	90,25	87,23	90,67	89,38
Mera Durumu	Zayıf	Zayıf	Zayıf	Zayıf
TKO	92,93	95,03	93,98	93,98
Sağlık Sınıfı	Sağlıklı	Sağlıklı	Sağlıklı	Sağlıklı
Ortalama				
Azalıcı	2,36	0,50	0,58	1,15
Çoğalıcı	7,60	12,46	8,97	9,68
İstilacı	90,03	87,03	90,45	89,17
Mera Durumu	Zayıf	Zayıf	Zayıf	Zayıf
TKO	91,04	93,86	93,00	92,63
Sağlık Sınıfı	Sağlıklı	Sağlıklı	Sağlıklı	Sağlıklı

Mera bitki örtüsünün bulunduğu bölgeye ait klimaks bitki örtüsüne benzerliği olarak tanımlanan mera durumu; meraların yönetilmesi ve ıslahında uygulanacak yöntemlerin belirlenmesi açısından önemli bilgiler vermektedir (Holechek vd., 2011; Altın vd., 2011b). Geçmişte farklı ülkelerde farklı metotlar mera durum sınıflamalarında kullanılmış ve bu metotlardan bazıları kullanılmaya devam ederken, bazıları da terk edilmiştir. Ülkemizde de geçmişte farklı metotlar kullanılmış olmakla birlikte 4342 sayılı kanunun yönetmeliğinde klimaksa göre mera durum sınıflaması önerilmesi nedeniyle diğer metotlar ile yapılan çalışmalara yer verilmez olmuştur. Bu süreçte Koç vd. (2003) tarafından ülkemiz meraları için mevzuata uygun olarak mera sağlık ve durum sınıflaması önerilmiş ve bilimsel çalışmalarda kullanılmaya başlamıştır (Güllap, 2010; Ünal vd., 2010; Kara vd., 2015; Karakuş ve Deveci, 2016; Seydoşoğlu ve Kökten, 2018). Nitekim bu çalışmada da mera sağlık ve durum sınıfları aynı metoda göre belirlenmiştir.

Bozdağ meralarının durum sınıfı incelendiğinde alanın tamamının zayıf sınıfta olduğu görülmektedir. Bu durum, bölgeye ait olduğu düşünülen klimaks türlerin,

vejetasyondaki oranının düşük olması ve meranın genelinde *V. myuros* gibi tek yıllık – istilacı ve *T. sibthorpii* gibi çok yıllık – istilacı türlerin kompozisyonundaki oranının oldukça yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Doğal şartlarda dinamik bir yapıya sahip olan mera bitki örtülerinde istilacı türlerinin oranlarının artması, meraların bozulduğunun bir göstergesidir. Bozulmada etkili olan faktör çoğunlukla uygun olmayan otlatma şartlarıdır (Koç, 1995; Erkovan, 2000; Holechek vd., 2011; Sürmen, 2004; Güllap, 2010). Meralarda uygun olmayan kullanım şekilleri devam ettiği sürece durumları kötüye gitmeye devam etmektedir (Herbel ve Pieper, 1991; Güllap, 2010). Kötü kullanımın etkisi ortadan kalktıktan sonra geriye dönüş belirli bir zaman almaktadır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde bu süre çoğu zaman ortalama insan ömründen daha uzun bir zamanı kapsamaktadır (Koç vd., 2003). Nitekim çalışma sahasına göre daha nemli olan Erzurum’da Gökkuş ve Koç (1996) tarafından yürütülen bir çalışmada olumsuzluğun üzerinden 15 yıl geçmesine rağmen bitki örtüsünün eşdeğer alandaki bitki örtüsüne benzerliğinin ancak % 29,1 olduğunu belirlemiş olmaları, bu sürenin uzunluğu hakkında fikir vermektedir. Çalışmamızda elde edilen değerler meranın geçmişte ne kadar kötü kullanıldığını teyit etmekte ve eski haline dönebilmesi için daha uzun bir zamana ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bozulan meralarda ilk ortaya çıkan bitkiler tek yıllıklar olup (Gökkuş ve Koç, 1996) bu çalışmada tespit edilen tek yıllık yoğunluğunun bitki örtüsünün yeniden geri dönüş sürecinde olduğunun en açık göstergesidir. Bir başka ifadeyle ele alınan meralar sekonder süksasyon başlangıcı aşamasındadır. Bu durum kötüye gidiş sürecine göre daha iyi olarak değerlendirilebilse de mevcut durumun yöre meralarında uzun süre devam edecek olması da potansiyel kaynak kullanımı açısından olumsuz bir durumdur.

Çalışma alanının tamamındaki mera alanlarının sağlık sınıflarının “sağlıklı” olduğu görülmektedir (Çizelge 4.20). Sağlık sınıflamasında öncelikli olarak dikkat edilen konu toprağın erozyondan korunmasıdır (Anonim, 1994; Koç vd., 2003; Holechek vd., 2011). Bu sayede üretkenliğin devamlılığı garanti altına alınmış olmaktadır. Avağ vd., (2012) tarafından güney kesimleri incelenen bölge meralarının sağlıklı sınıfta yer aldığı belirtilmiştir. Bozdağ meraları her ne kadar klimaks bitki örtüsü ile karşılaştırıldığında zayıf durum sınıfında yer alsalar da kaplılık bakımından sağlıklı sınıfta yer alması nedeniyle meralarda erozyonun önleendiği ve bu sayede üretim devamlılığının mümkün olduğu ifade edilebilmektedir (Altın vd., 2011b). Zira toprağı yerinde tutmadan devamlılıktan bahsetmek mümkün değildir. Ele alınan bitki örtüsünün iyiye gidebilmesi için arzulanan bitkilere

büyüme ve yayılma şansı verecek bir otlatma sistemi uygulanmasına ihtiyaç vardır. Bu durumda yöre meraları için Altın vd.nin (2011a) detaylarını açıkladığı “Tek yıllık yabancı otlar ile mücadele amaçlı dinlendirerek münavebeli otlatma sistemi” nin değerlendirilmesi faydalı olabilecektir. Bu konuda araştırma yapılmasının yörede öncelikli konu olmasında fayda vardır.

4.4. Elverişli Yem Miktarı

Ele alınan mera alanlarında elverişli yem miktarının mevsimsel seyri ile ilgili varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de sunulmuştur. Merada elverişli yem miktarı, örnekleme dönemlerine göre çok önemli ($P \leq 0,01$) değişim sergilemiştir. Aynı şekilde yıllar arasındaki farklılık da çok önemli ($P \leq 0,01$) olurken bakılar arasında elverişli yem miktarı bakımından önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. İkili interaksyonlardan dönem x bakı interaksyonu % 5 seviyesinde önemli iken, dönem x yıl ve bakı x yıl interaksyonları % 1 seviyesinde önemli olmuştur. Dönem x bakı x yıl interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.21. Çalışma alanındaki elverişli yem miktarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Hata Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Dönem	5	47805,312	159,98	0,0001
Bakı	2	598,565	1,79	0,1732
Dönem x Bakı	10	401,619	2,13	0,0217
Hata ₁	323	251,363		
Yıl	1	245427,551	553,22	0,0001
Dönem x Yıl	5	23451,503	78,48	0,0001
Bakı x Yıl	2	1697,224	5,09	0,0084
Dönem x Bakı x Yıl	10	179,910	0,95	0,4845
Hata ₂	342	259,625		

Bozdağ meralarının elverişli yem üretimi otlatma mevsimi boyunca önemli değişim göstermiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara göre otlatma mevsiminin başlangıcı olarak görülen ve nisan ayının ikinci yarısını kapsayan 1. dönemde, elverişli yem miktarı 37,44 kg/da iken mayıs’ın ikinci yarısında 50,81 kg/da’a yükselmiştir. Haziran’ın ikinci yarısında elverişli yem miktarı 93,64 kg/da ile en yüksek değere ulaşmıştır (Çizelge 4.22). Sonrasında temmuz ayının sonlarına doğru 78,59 kg/da’a düşen elverişli yem miktarı, eylül ayının başlarında 67,41 kg/da’a ve otlatma mevsimi sonuna en yakın mevsim olan ekim ayının ikinci haftasında 60,47 kg/da’a düşmüştür. Ortaya çıkan bu değişimler her bir örnekleme

döneminin istatistiksel olarak ayrı bir grupta yer almasına sebep olmuştur. Elverişli yem seyri bitkilerde yaz kuraklığının başladığı döneme kadar artmış, sonra azalma seyri göstermiştir (Şekil 4.1).

Bakılara göre meranın elverişli yem üretimi incelendiğinde zirvede 66,10 kg/da olan elverişli yem miktarı kuzeyde 65,08 kg/da ve güneyde 63,00 kg/da olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.22). Bakılar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önem sergilememiştir.

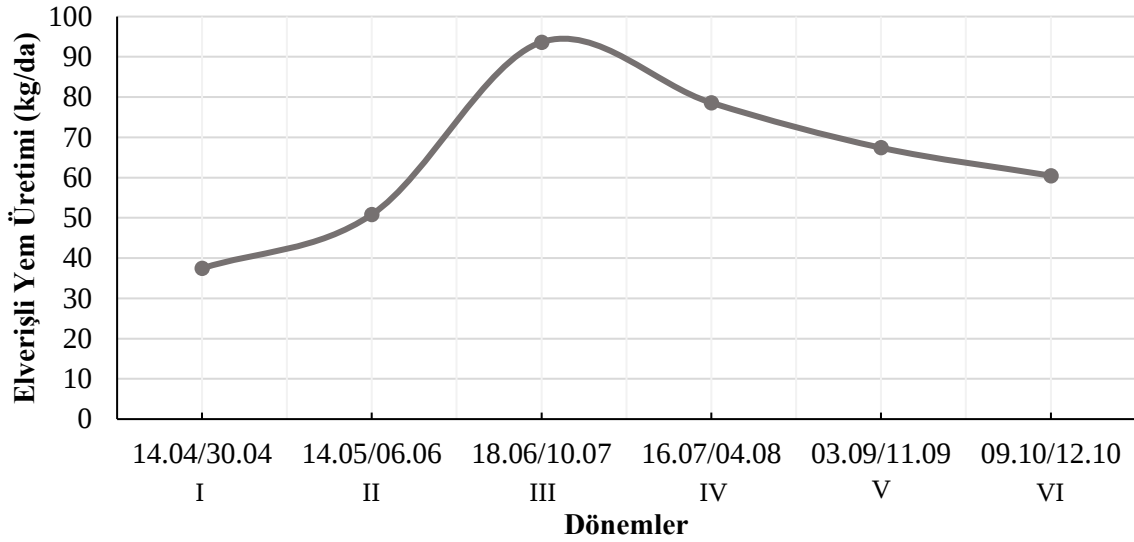
Çizelge 4.22. Çalışma alanındaki elverişli yem miktarına ait ortalamalar

2017				
Dönemler	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
I	39,54	29,67	34,61	34,60
II	46,12	40,59	44,30	43,67
III	79,66	74,32	86,39	80,12
IV	46,90	44,79	51,23	47,64
V	26,66	28,23	30,24	28,37
VI	40,00	43,93	45,61	43,18
Ortalama	46,48	43,58	48,73	46,26 b
2018				
I	40,74	40,47	39,61	40,27
II	55,45	57,18	61,24	57,95
III	104,88	108,30	108,32	107,16
IV	103,61	116,84	108,21	109,55
V	95,66	114,43	109,24	106,44
VI	76,83	82,27	74,21	77,77
Ortalama	79,53	86,58	83,47	83,19 a
İki Yıllık Ortalama				
I	40,14	35,07	37,11	37,44 f
II	50,78	48,88	52,77	50,81 e
III	92,26	91,31	97,35	93,64 a
IV	75,25	80,82	79,72	78,59 b
V	61,16	71,33	69,74	67,41 c
VI	58,42	63,10	59,91	60,47 d
Ortalama	63,00	65,08	66,10	64,72

Bozdağ meralarının elverişli yem üretimi 2017 yılında 46,26 kg/da olarak ölçülürken bu değer 2018 yılında yaklaşık olarak iki katına yükselmiş ve 83,19 kg/da olarak ölçülmüştür. Yıllar arasındaki bu fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Merada otlama mevsimi boyunca hayvanların otlamak için ulaşabildikleri yem elverişli yem olarak tarif edilmektedir (Coleman ve Barth, 1973; Loehle ve Rittenhouse,

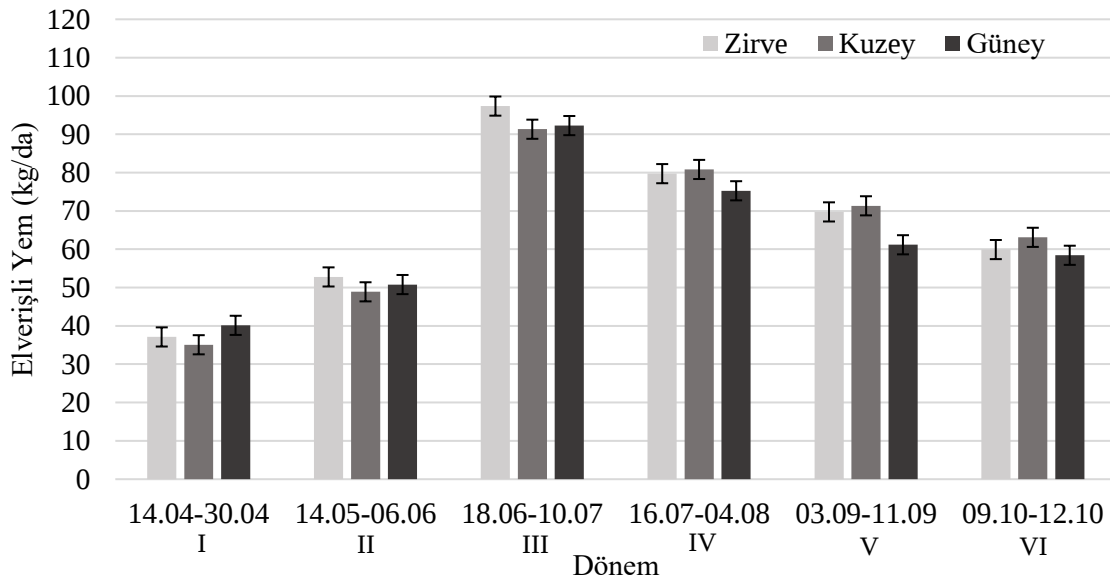
1982; Guerrero vd., 1984; Heitschmidt vd., 1987; Rhodes ve Sharrow, 1990). Diğer bir ifadeyle elverişli yem otlatma esnasında merada hayvanlar tarafından otlanabilir yem miktarıdır (Koç vd., 2014). Bu tanımlama otlatmaya açık alanda otlanabilir yem miktarını tanımlamak için kullanılmaktadır.



Şekil 4.1. Bozdağ meraları elverişli yem miktarının otlatma mevsimindeki değişimi

Elverişli yem miktarının otlatma mevsimi içerisindeki değişimi incelendiğinde önce artan ve sonra azalan bir seyir izlediği görülmektedir (Şekil 4.1). Elverişli yem miktarının serin mevsim bitkilerinin baskın olduğu karasal iklime sahip alanlarda yağışlı dönemde havaların ısınmasıyla birlikte artması ve yağışların kesilmesiyle üretimin durması beklenen bir durumdur. Zira bu ekosistemlerde bitki büyümesini belirleyen en önemli iki unsur yağış ve sıcaklıktır (Volenc ve Nelson, 2003; Holechek vd., 2011; Patton vd., 2007). Ele alınan mera alanlarındaki elverişli yem miktarının genel seyri bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bu iklim kuşağında sonbahar yağışları ve havaların serinlemesi ile birlikte yeniden merada üretimin olması ve bunda elverişli yeme yansması beklenen bir durumdur (Koç, 1991; Koç ve Gökkuş, 1994; Koç ve Gökkuş, 1996). Ancak incelenen mera alanlarında böyle bir artışın olmayışında yörede sonbahar yağışlarının azlığı (Çizelge 3.2) ve otlatmanın devam ediyor olması etkili olmuştur. Otlatma mevsiminin başlangıç döneminde otlatma devam ederken elverişli yem miktarının artması ise merada günlük üretimin günlük tüketimden daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Nitekim benzer sonuçlar Bakoğlu vd. (1999a), Erkovan vd. (2009), Koç vd. (2014), gibi araştırmacılar tarafından da kaydedilmiştir.

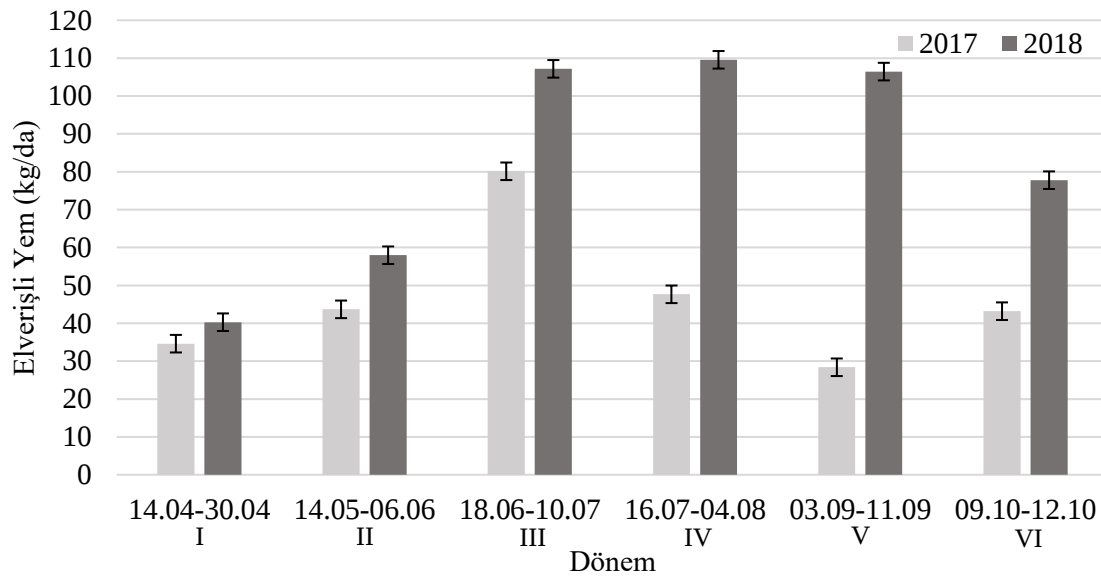
Bakıların ışıklanmadaki değişime bağlı olarak oluşturduğu nem ve sıcaklık farklılıkları üretime etki etmektedir (Moeslund vd., 2013; Sanaei vd., 2018). Kurak iklimlerde yöneye göre ot üretiminde farklılıkların oluşması beklenen bir durumdur. Nitekim korunan şartlarda yürüttükleri çalışmalarda Bakır (1970), Tükel (1984), Koç vd. (1994b), Sternberg ve Shoshany (2001), kurak bölgelerde kuzey yöneylerin daha verimli olduğunu kaydetmişlerdir. Bu çalışmada elverişli yem miktarı yönünden böyle bir farklılığın ortaya çıkmamasında otlatmanın etkisinin olması muhtemeldir. Zira çobanların sürüleri otlanabilir yemin bol olduğu yerlere yönlendirmesi beklenen bir durumdur.



Şekil 4.2. Elverişli yem miktarına ait dönem x bakı interaksiyon grafiği

Elverişli yem (EY) üretiminin dönem x bakı interaksiyonu incelendiğinde, ilk dönemde güney bakıdaki EY miktarının diğer bakılardan daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 4.2). Bu durum ışıklanmaya bağlı olarak daha erken ısınan güney bakıda vejetasyonun daha erken uyanarak büyümeye başlamasından kaynaklanmıştır. Nitekim dönem ilerledikçe ilkbahar sonu – yaz başlangıcı süresince daha yüksek rakıma sahip olan zirvede elverişli yem miktarı kısmen daha yüksek olmuştur. Yaz sonundan itibaren otlatma döneminin sonuna kadar da kuzey bakıdaki elverişli yem miktarı daha yüksek olmuştur. Özellikle yaz kuru döneminden itibaren bakı özelliği nedeniyle topraktaki nem miktarının daha yüksek olduğu kuzeyde elverişli yem miktarının da daha yüksek olması beklenen bir durumdur. Bu dönemlerde güney bakıdaki miktarın hızlı şekilde düştüğü görülmektedir. Bakılardaki

üretimin mevsim boyunca farklı değişim eğrisi sergilemesindeki temel sebebin ışıktanmaya bağlı olarak nem ve topraktaki bitki büyümesini teşvik eden unsurlardaki değişimin etkili olması muhtemeldir (Schmidt ve Stubbendieck, 1993; Rezaei vd., 2006; Nahidan vd., 2015). Ancak araştıma sahasının otlatmaya açık olması ve otlatma baskısının çobanların sürüleri yönlendirmesi nedeniyle değişim sergilemesinden dolayı bu konuda net bir durum ortaya koymak mümkün olmamıştır.



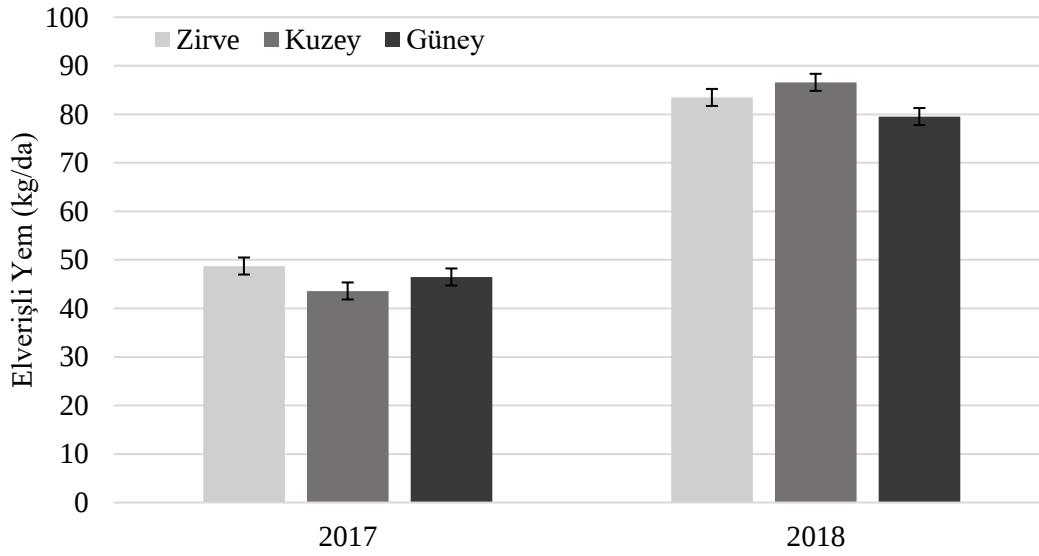
Şekil 4.3. Elverişli yem miktarına ait dönem x yıl interaksiyon grafiği

Meralardaki elverişli yem üretimini etkileyen en önemli unsurlar otlatma, yağış ve sıcaklıktır (Holechek vd., 2011). Bozdağ meralarında yıllar arasında otlatma yoğunluğu bakımından bir fark bulunmamakla birlikte iklim verilerine göre 2018 yılındaki yağış ve sıcaklık ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2). Genel ortalamaların yanında 2018 yılında özellikle vejetasyonun büyüme dönemindeki aylık ortalama yağışların yüksek olması elverişli yem üretiminin daha yüksek olmasında etkili olmuştur. Birçok araştırmacı, yağış ve sıcaklığın yüksek olduğu yıllarda verimin de daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Sala vd., 1988; Khumalo ve Holechek, 2005; Izaurralde vd., 2011). Elverişli yem dolayısıyla birincil üretimde ortaya çıkan farklılığın bu denli yüksek olmasında bitki örtüsünde tek yıllık buğdaygillerin yaygın olmasının etkili olması muhtemeldir. Zira tek yıllık buğdaygiller iklimdeki dalgalanmalara aşırı bağımlılık göstermekte ve özellikle kurak yıllarda verimlilikleri hızla düşerken, nemli yıllarda da belirgin artış sergilemektedir (Vallentine, 2000; Altın vd., 2011b., Holechek vd., 2011).

Nitekim Jimerson ve Carothers (2002)'in bu durumun tek yıllık buğdaygillerin hakim olduğu ABD'nin Kaliforniya meralarının karakteristik özelliği olduğunu vurgulamaları bu ifadeyi desteklemektedir.

Çalışmada 2017 ve 2018 yıllarındaki elverişli yem miktarının mevsim boyunca değişimi farklı seyretmiştir (Şekil 4.3). İlk yılda mevsim başlangıcından itibaren yaz ortasına kadar sürekli artış gösteren elverişli yem miktarı, bu dönemden itibaren yaz kuraklığının da etkisiyle eylül ayına kadar sürekli düşüş ve mevsim sonuna doğru kısmi artış sergilemiştir. İkinci yılda ise elverişli yem miktarı 2017 ile benzer şekilde yaz ortasına kadar sürekli artış göstermiş ancak ardından 2017'de olduğu gibi bir düşüş göstermek yerine güz başlangıcına kadar yaklaşık değerinde kalmıştır. Bu durumda etkili olan ana sebep, iklim verilerinde de görüldüğü gibi haziran ve temmuz ayındaki yağışlardır (Çizelge 3.2). Yaz başlangıcındaki bu yağışlar ile çoğu bitkide üretim devam ettiğinden meranın elverişli yem miktarının yaz sonuna kadar yüksek kalmasında etkili olmuştur. Güz mevsimi itibariyle de üretimde belirgin bir düşüş olduğu kaydedilmiştir. Elverişli yem miktarının her iki yıla ait mevsimsel değişimini incelendiğinde üretim seyrinin temel olarak iklim faktörleri tarafından kontrol edildiğine vurgu yapılabilir. Bu iklimsel faktörlerden yağış ve sıcaklık, mera üretiminin mevsimsel değişimini belirleyen en önemli iki özelliktir (Pineiro vd., 2006). Sıcaklık genellikle otlatma mevsiminin uzunluğunu ve bitkilerin büyüme seyrini belirlerken yağış da verimde etkili olmaktadır. Koç ve Gökkuş (1996) ve Mountousis vd. (2008) de bulgularımıza benzer şekilde meradaki üretimin mevsim ilerledikçe yağış ve sıcaklığa bağlı olarak yaz kuru periyoduna kadar artarak, sonrasında güz yağışlarına kadar azaldığını ve yağışlarla yeniden bir miktar yükseldiğini belirtmişlerdir.

Bozdağ meralarının farklı bakılarında elverişli yem miktarının değişimi yıllara göre incelendiğinde tüm bakılardaki üretimin 2018 yılında bariz bir artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.4). İlk yıl en yüksek üretim zirvede görülürken en düşük üretim miktarı da kuzeyde görülmüştür. İkinci yılda ise en yüksek üretim ilk yılın aksine kuzey bakıda kaydedilmiştir. Elverişli yem miktarının bakılardaki farklılığında yılların iklim farklılığı etkili olmuştur. Yaz aylarında kuzey ve zirvenin güneye göre daha serin olması düşen yağışın toprakta daha uzun süre depolanmasına neden olduğundan (Rezaei vd., 2006; Stavi vd., 2008) bu bakılarda üretim güneye göre daha yüksek olmuştur.



Şekil 4.4. Elverişli yem miktarına ait bakı x yıl interaksiyon grafiği

Elde edilen sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde; araştırma sahası bitki örtüsünde tek yıllık bitkiler yaygın olduğu için üretim iklimin seyrine göre yıldan yıla belirgin değişim sergilemektedir. Elverişli yem miktarının genel seyri, ilkbaharda otlatmanın başlatıldığı dönemden yaz yağışlarının kesildiği döneme kadar günlük üretimin tüketimden fazla olması nedeniyle artış sergileme ve kurak dönemin başlaması ile birlikte bitkilerde büyüme durduğu için azalışa geçiş şeklinde olmuştur. Yaz aylarında elverişli yem miktarındaki düşüşün başlama zamanı ve miktarını yağışların kesilmesi ile sıcaklık belirlemektedir. Mevcut otlatma yoğunluğunda kurak yılların yaz döneminde elverişli yem miktarında ortaya çıkan düşüş ile merada kalan mevcut yemin erozyona karşı toprak korumada kritik seviye olan 30 – 50 kg/da (Molinar vd., 2001) seviyelerine indiği görülmektedir. Bu nedenle erozyona karşı yeterli örtü bırakabilmek için otlatmanın yakın takibi, hatta gerekirse sona erdirilmesi hayati önem arz etmektedir. Zira, erozyon şartları altında toprağın verimliliği devam edemeyeceği için (Marshall, 1973; Koç vd., 1994a; Altın vd., 2011b; Çakal, 2016) sürdürülebilir mera kullanımı da mümkün olmayacaktır. Çünkü yaz aylarının ilerleyen dönemlerinde ortaya çıkabilecek şiddetli bir yağış yeterli bitki örtüsüne sahip olmayan meralarda ciddi erozyon problemi ortaya çıkaracaktır.

4.5. Elverişli Yemin Kalitesi

Sündiken Dağları Bozdağ Yöresi meralarının elverişli yem kalitesini belirlemek amacıyla mevsim boyunca ham protein, NDF, ADF ve sindirilebilir kuru madde (SKM) oranları incelenmiştir.

4.5.1. Ham protein (HP) oranı

Elverişli yemin ham protein oranlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Ham protein oranı üzerine dönem ve bakıların etkisi önemli ($P<0,01$) olurken, yıllar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. İnteraksiyonlar incelendiğinde ise dönem x bakı ve dönem x bakı x yıl interaksiyonları önemsiz iken, dönem x yıl ve bakı x yıl interaksiyonlarının önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Çalışma alanındaki ham protein oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Hata Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Dönem	5	368,698	666,83	0,0001
Bakı	2	7,654	10,79	0,0001
Dönem x Bakı	10	0,986	1,78	0,0619
Hata ₁	323	0,626		
Yıl	1	0,728	1,03	0,3142
Dönem x Yıl	5	7,635	13,81	0,0001
Bakı x Yıl	2	3,588	5,06	0,0087
Dönem x Bakı x Yıl	10	0,806	1,46	0,1536
Hata ₂	342	0,537		

Elverişli yemin ham protein oranı, mevsim boyunca önemli değişim göstermiştir. Ortalama % 10,07 olan elverişli yemin ham protein oranı, mevsim başlangıcından eylül başlarına kadar düzenli olarak azalmış, ekim ayında ise bir artış sergilemiştir.

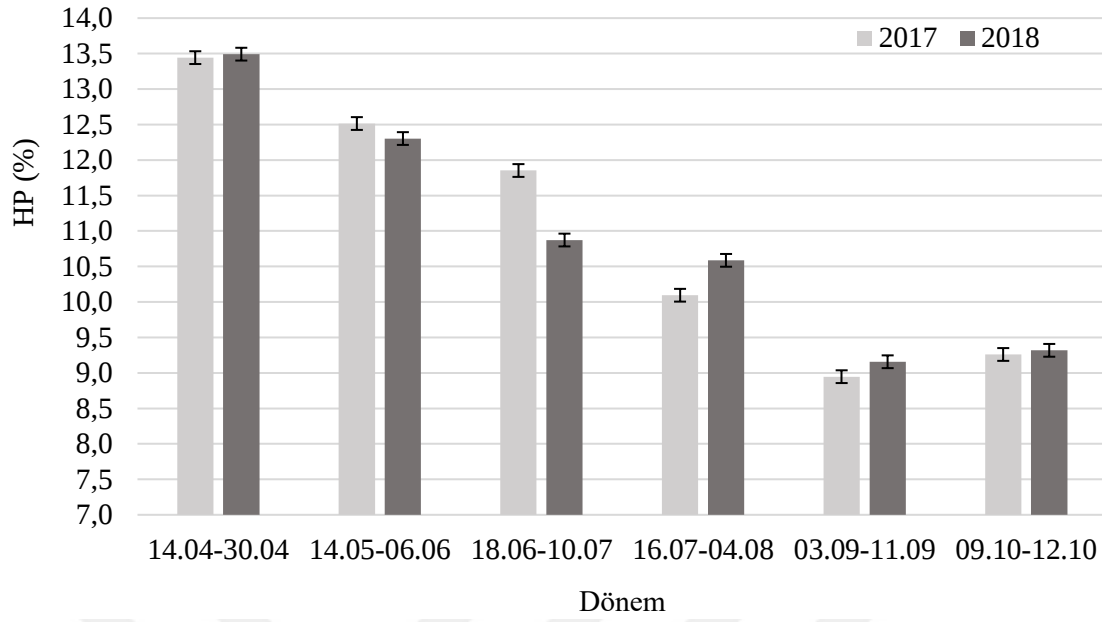
Bakılar arasında HP oranı bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Güney bakıya sahip alanlardan alınan örnekler diğer iki bakıya göre daha yüksek ham protein oranına sahip olmuştur. Kuzey bakı ve zirveden alınan örneklerin ham protein oranı ise istatistiki açıdan benzerlik göstermiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Çalışma alanındaki ham protein oranına ait ortalamalar

2017				
Dönemler	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
I	13,82	12,87	13,62	13,43
II	13,02	12,00	12,52	12,51
III	11,82	11,67	12,05	11,84
IV	10,28	9,95	10,04	10,09
V	9,17	8,80	8,85	8,94
VI	9,61	9,15	9,00	9,25
Ortalama	11,28	10,74	11,01	11,01
2018				
I	13,75	13,50	13,21	13,48
II	12,35	12,45	12,10	12,30
III	10,63	11,08	10,89	10,86
IV	10,79	10,44	10,51	10,58
V	9,44	9,02	8,99	9,15
VI	9,53	9,26	9,15	9,31
Ortalama	11,08	10,95	10,80	10,94
İki Yıllık Ortalama				
I	13,79	13,18	13,42	13,46 a
II	12,68	12,22	12,31	12,40 b
III	11,23	11,37	11,47	11,35 c
IV	10,54	10,19	10,28	10,33 d
V	9,31	8,91	8,92	9,04 f
VI	9,57	9,21	9,08	9,28 e
Ortalama	11,18 a	10,84 b	10,91 b	10,97

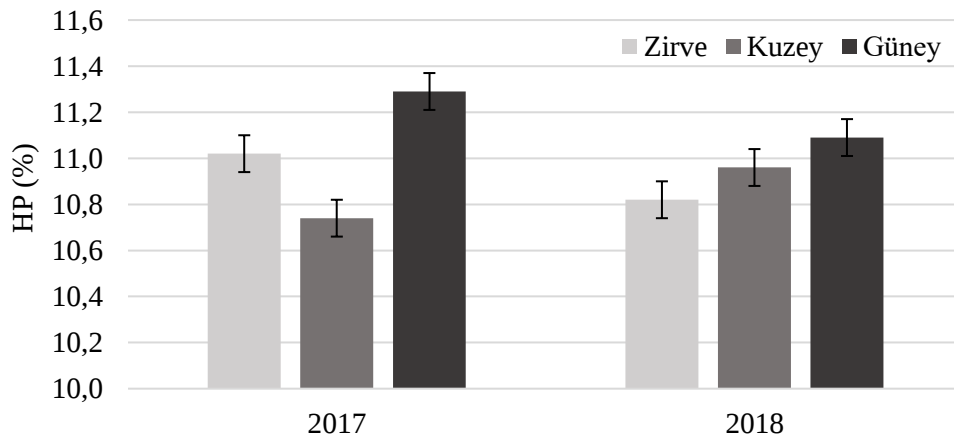
Ham protein oranı, 2017 yılında % 11,01 iken 2018 yılında % 10,94 olarak belirlenmiştir. Her ne kadar yıllar arası HP oranında bir miktar düşüş görülse de bu fark istatistiki bir öneme sahip olmamıştır (Çizelge 4.24).

Araştırma sahasından alınan elverişli yem örneklerinin ham protein oranı ilerleyen gelişme dönemi ile birlikte iki yılda da düşüş gösterirken otlatma mevsiminin sonuna doğru hafif bir artış sergilemiştir (Şekil 4.5). Dönemlerin yıllar arasındaki farklılıkları genel olarak düşük olurken haziran ayının ikinci yarısı ile ağustos ortalarına kadar olan süre içerisinde yıllar arasında belirgin bir fark olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum yıllar arasında iklim seyrindeki farklılıktan kaynaklanmıştır. Nitekim ham protein oranının daha yüksek olduğu 2018 yılının temmuz ayında daha fazla yağış düşmüş (Çizelge 3.2) ve bu da bitkilerin yeşil kalarak ham protein oranının yüksek olmasına sebep olmuştur.



Şekil 4.5. Ham protein oranına ait dönem x yıl interaksyon grafiği

Farklı bakıya sahip alanlardan alınan örneklerin ham protein oranı 2017 ve 2018 arasında farklı değişim seyri göstermiştir (Şekil 4.6). Alınan örneklerde her iki yılda da en yüksek ham protein oranı güney yöneyde kaydedilmiştir. Diğer iki bakıya ait örneklerde ise 2017 yılında zirve kuzeyden, 2018 yılında ise kuzey zirveden daha yüksek ham protein oranına sahip olmuştur. Bu durum yıl x bakı interaksyonunun önemli olmasında etkili olmuştur. Yıllar arasındaki bu durum ikinci yılda daha fazla yağış düşmesi nedeniyle bitkilerin daha uzun süre yeşil kalmasından kaynaklanmıştır. Nemli topraklarda bitkiler canlı kalarak daha genç dokulara sahip olacağından otun ham protein oranının yüksek olması beklenen bir durumdur.



Şekil 4.6. Ham protein oranına ait bakı x yıl interaksyon grafiği

Meralarda hakim türler olan buğdaygiller başta olmak üzere genç dönemdeki bitkilerin ham protein içeriği daha yüksek olmakta ve tüm bitkilerde gelişme ilerledikçe ham protein oranı azalmaktadır (Koç ve Gökkuş, 1996; Bakoğlu vd., 1999b; Erkovan vd., 2009). Bu değişimde etkili olan husus, hücredeki azot içeriğidir. Bitki gelişme dönemi ilerledikçe bitkilerin selüloz içeriği artarken azot içeriği ve dolayısıyla ham protein oranı da azalmaktadır (Bakoğlu vd., 1999b; Collins ve Fritz, 2003; Martin ve Sauerborn, 2013). Bu nedenle Bozdağ meralarındaki elverişli yemin ham protein kapsamı da mevsim başlangıcında yüksek iken dönem ilerledikçe bitkilerin olgunlaşmasına bağlı azalış göstermiş ve güz yağışlarıyla yeniden genç dokuların oluşmasıyla hafif şekilde artmıştır. Genel olarak bitkilerde gelişme ilerledikçe ham protein oranı azalmakta ve kuru dönemde en alt seviyeye inmektedir (Koç ve Gökkuş, 1996; Koç vd., 2000b; Collins ve Fritz, 2003; Mountousis vd., 2006; Frost vd., 2008).

Yaz kuru döneminde mera otunun ham protein oranı ruminantların temel metabolizma için ihtiyaç duyduğu % 7 (Devendra, 1992; Meen, 2001; Marshal vd., 2005) oranının altına düştüğü birçok çalışmada belirlenmiştir (Koç vd., 2000b; Frost vd., 2008; Koç vd., 2014; Rad vd., 2015; Reyes vd., 2016). Bu çalışmada da yaz kuru döneminde yeşil kalabilen geniş yapraklı bitkilerin elverişli yeme katkısının yüksek olması nedeniyle ham protein oranı bu dönemde yüksek seviyede kalmıştır. Çünkü yeşil bitki dokuları kuruyan dokulara göre daha yüksek ham protein içermektedir (Collins ve Fritz, 2003; Arzani vd., 2004).

Ham protein oranı genel olarak baklagiller familyasına ait türlerde daha yüksek olmaktadır (Bakoğlu vd., 1999b; Açıkgöz, 2001; Aydın ve Uzun, 2005). Çalışmanın botanik kompozisyon verilerine göre her ne kadar baklagiller familyasına ait türlerin oranı güney bakıya sahip alanlarda daha düşük görülse de bu farkın oluşmasında en büyük pay çalı formu *Astragalus* türlerinin güney bakıdaki oranının azlığından kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.1). Ancak çalışmanın örnekleme aşamasında otalanabilir materyal dikkate alınarak elverişli yem örnekleri alındığından, *Astragalus* türleri bu örnekler içerisinde yer almamıştır. Zira bu bitki, hayvanlar tarafından otlanamamaktadır (Çomaklı vd., 2008; Erkovan vd., 2015). Kalan bitki materyalinde ise *O. oxyodonta* başta olmak üzere otlanabilir baklagillerin yoğunluğu güney bakıda daha fazladır (Çizelge 4.1). Dolayısıyla güney bakıdaki elverişli yemin ham protein oranının yüksek olmasında bu durum etkili olmuştur.

Yıllar arasında bitki örtüsünde önemli değişikliklere yol açan yağış ve sıcaklık verileri bakımından farklılık görülse de bu iklimsel farklılık ham protein oranını önemli ölçüde etkilememiştir. Bu durum her ne kadar iklim faktörlerinde gelişme mevsimi başında farklılıklar olsa da ilerleyen dönemde seyrin benzerlik sergilemesi ile izah edilebilir. Çünkü bitkilerin gelişme seyrini belirleyen temel özellik iklimdir (Fuhlendorf vd., 2001; Schulze vd., 2002; Holechek vd., 2011; Molinar vd., 2011).

4.5.2. Nötr ortamda çözünebilir lif (NDF) oranı

Elverişli yemin NDF oranına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25'te verilmiştir. Araştırma sahasından alınan ot örneklerinin NDF içeriği üzerine dönem, bakı ve yılların etkisi çok önemli olmuştur ($P<0,01$). Yine dönem x bakı, dönem x yıl ve bakı x yıl interaksiyonları ile üçlü interaksiyonun önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.25. Çalışma alanındaki NDF oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Hata Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Dönem	5	630,500	30,06	0,0001
Bakı	2	94,909	5,81	0,0045
Dönem x Bakı	10	26,444	2,14	0,0206
Hata ₁	323	21,552		
Yıl	1	373,118	15,41	0,0002
Dönem x Yıl	5	562,355	27,57	0,0001
Bakı x Yıl	2	175,813	6,94	0,0017
Dönem x Bakı x Yıl	10	42,469	3,00	0,0012
Hata ₂	342	18,535		

Elverişli yemin NDF oranı, dönem boyunca % 1 seviyesinde önemli değişim göstermiştir. Değişimin mevsim boyunca seyri incelendiğinde, otlatma döneminin başlangıcında % 42,29 ile en düşük seviyesinde olan NDF oranı ilerleyen süreçte artışa geçmiş ve mayıs ayının ikinci yarısında en yüksek seviyesine (% 48,19) ulaşmıştır. Takip eden süreçte dalgalı bir seyir çizerek yaz kuru döneminde tekrar en yüksek seviyeye çıkmış ve sonbahar yeniden büyüme döneminde kısmi bir azalış sergilemiştir (Çizelge 4.26).

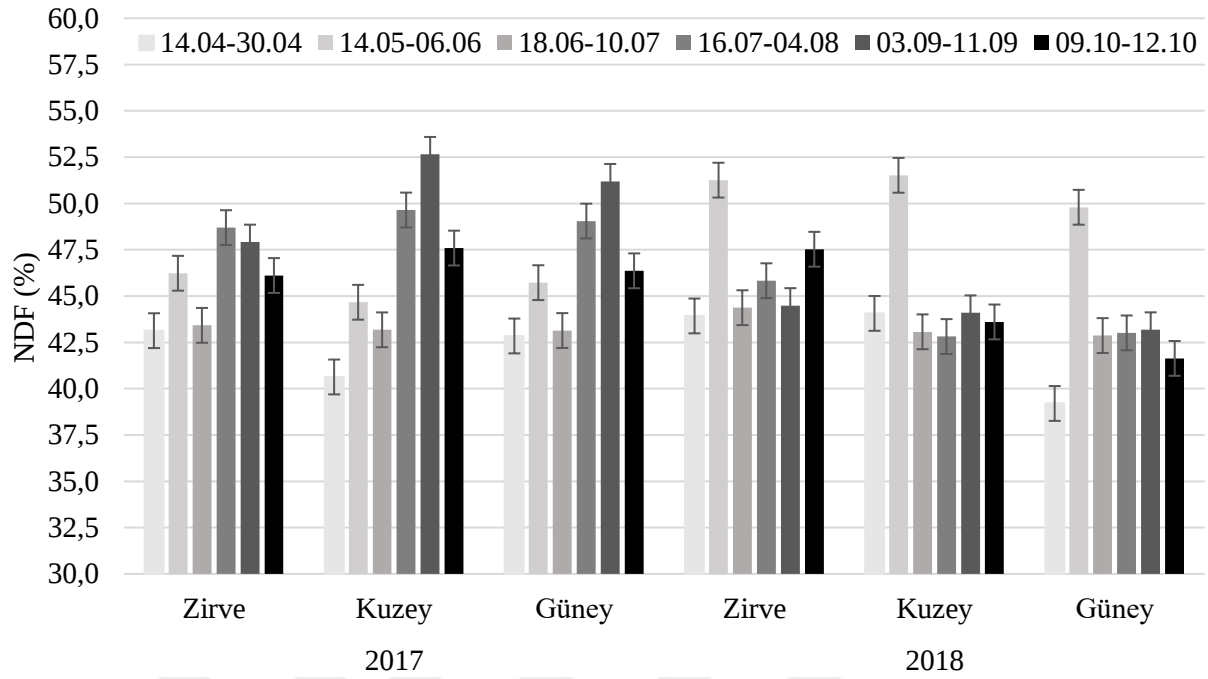
Çizelge 4.26. Çalışma alanındaki NDF oranına ait ortalamalar

2017				
Dönemler	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
I	42,84	40,63	43,13	42,20
II	45,72	44,66	46,23	45,53
III	43,13	43,17	43,41	43,23
IV	49,04	49,64	50,69	49,79
V	51,19	52,65	47,91	50,58
VI	46,36	47,59	46,11	46,68
Ortalama	46,38	46,39	46,24	46,33 a
2018				
I	39,20	44,06	43,92	42,39
II	49,79	51,51	51,25	50,85
III	42,86	43,07	44,37	43,43
IV	43,01	42,81	45,83	43,88
V	43,18	44,09	44,48	43,91
VI	41,63	43,60	47,52	44,25
Ortalama	43,27	44,85	46,22	44,78 b
İki Yıllık Ortalama				
I	41,02	42,34	43,52	42,29 d
II	47,75	48,09	48,74	48,19 a
III	43,00	43,12	43,89	43,33 d
IV	46,03	46,23	48,26	46,84 b
V	47,18	48,37	46,20	47,25 ab
VI	43,99	45,59	46,81	45,46 c
Ortalama	44,82 b	45,62 ab	46,23 a	45,55

Meranın topografik özellikleri, üretilen otun NDF oranı üzerine etkili olmuştur. En yüksek NDF oranı % 46,23 ile zirve alanlardaki ot örneklerinde belirlenirken, güneyden alınan ot örneklerinde en düşük değer (% 44,82) kaydedilmiştir.

Çalışmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yılları arasında incelenen mera kesimlerinin ürettiği otun NDF oranı önemli farklılık göstermiştir. Araştırmanın ilk yılında alınan ot örnekleri ikinci yılda alınan ot örneklerine göre daha yüksek NDF oranına sahip olmuştur (Çizelge 4.26).

Çalışmada farklı bakıya sahip alanlardan alınan elverişli yem örneklerinde NDF oranı, mevsim boyunca farklı seyir izlemiştir. Mevsim başlangıcından yaz ortasına kadar geçen süreçte NDF oranı, farklı bakıya sahip alanlarda benzer seyir izlemesine rağmen özellikle mevsim ortalarından itibaren belirgin farklılıklar ortaya çıkmıştır (Şekil 4.7). Bu durum dönem x bakı etkileşiminin oluşmasına neden olmuştur.



Şekil 4.7. NDF oranının yıllar ve bakılara göre mevsimlik seyri

Araştırmanın ilk yılında NDF oranı ağustos ve eylül aylarında en üst seviyeye çıkarken, ikinci yılda Mayıs ortalarında zirve yapmış ve takip eden ilk ayda azalarak kalan süreçte benzer seyir izlemiştir (Çizelge 4.26). Bu durum dönem x yıl interaksyonunun önemli olmasına sebep olmuştur. Yıllara göre bakılardan alınan ot örneklerinin NDF oranı farklı seyir izlemiştir. İlk yılda bakılar arasında NDF oranı yönünden belirgin bir fark olmazken, ikinci yılda güney bakıya ait ot örnekleri en düşük ve zirveye ait ot örnekleri en yüksek NDF oranına sahip olmuştur (Çizelge 4.26). Bu durum bakı x yıl interaksyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur. İkili interaksyonlarda ortaya çıkan farklı seyirler de (Şekil 4.7) dönem x bakı x yıl interaksyonuna sebep olmuştur.

Bitkilerde gelişme ilerledikçe fotosentezde kazanılan karbonhidratların yapısal karbonhidratlara dönüştürülmesine bağlı olarak bitki dokularında ham protein azalırken NDF ve ADF gibi yapısal karbonhidratların oranı artmaktadır (Van Den Bosch vd., 1997; Kutlu, 2008; Erkovan vd., 2009; Balabanlı vd., 2010). Nitekim araştırmanın ilk yılında bu seyir ortaya çıkmıştır. İkinci yılda ise bitki örtüsünün erken uyanması ve nisan ayının kurak geçmesi sebebiyle tek yıllık bitkilerin erkenden generatif aşamaya geçmesi Mayıs ayı ortalarında NDF oranının yüksek çıkmasında etkili olmuştur. Bu durum NDF yönünden

ortaya çıkan etkileşimlerde de kendisini göstermiştir. Ancak NDF oranındaki genel eğilim yaz kuru dönemine doğru düzenli artış gösterme şeklinde olmuştur.

Artan sıcaklık ve azalan yağış bitkileri hayat çemberlerini tamamlamaya sevk etmektedir (Barnabas vd., 2008; Kordrostami ve Rabiei, 2016; Khalid vd., 2019). Bitkilerde gelişme devresi ilerledikçe dokularda yapısal karbonhidrat oranının artmasına bağlı olarak NDF oranı da artmaktadır. İklimde yıl boyunca ortaya çıkan dalgalanmalar bitki örtülerinde periyodisiteyi etkileyerek yıl içerisinde bitki örtüsünün bileşimi ve yem kalitesi üzerinde etkili olabilmektedir. Bazı yıllarda yağışların erken kesilmesine bağlı olarak bitkilerin erken kuruması yem kalitesini olumsuz yönde etkilerken bazen de kısa süreli kuraklığı takiben gelen yağışlar bitki örtüsünde bazı türlerin ortaya çıkmasına, bazı türlerin de yeniden büyümeye geçmesine neden olabilmektedir (Heady ve Child, 1994; Holechek vd., 2011). Böyle hallerde ortaya çıkan genç bitki dokularının daha yüksek ham protein ve daha düşük yapısal karbonhidrat içermeleri nedeniyle yem kalitesi olumlu yönde etkilenmektedir. Nitekim araştırmanın ikinci yılında hüküm süren iklim seyri mera otunun yem kalitesinde bu yönde bir değişimin ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Bakı faktörüne göre güneş ışığının geliş açısı ve zemine ulaşan yoğunluğu değişeceği için iklimin etkisini değiştirmektedir (Gong vd., 2008; Sidari vd., 2008; Ateş, 2009; Nahidan vd., 2015). Buna bağlı olarak doğal bitki örtülerinin tür bileşeni ve türlerin gelişme seyri değişmektedir. Sonuçta ortaya çıkan bu durum meralarda yem verimi ve kalitesini değiştirmektedir. Araştırma sahasında ilk yılda elverişli yemin NDF oranının yöneylere göre belirgin değişim göstermemesinde mevcut yılın yaz başlangıcında yağışların erken kesilmesine bağlı olarak bütün yöneylerde bitki örtüsünün benzer zamanda kuruma eğilimine geçmesi etkili olmuştur. Zira yöneyler arasında bitki örtüsü bakımından çok önemli derecede botanik kompozisyon farkı bulunmamaktadır. İkinci yılda ortaya çıkan farklılıkta ise iklimin bitki örtüsünde ortaya çıkardığı periyodisite etkili olmuştur. Nispeten sıcağa dayanan baklagillerin yoğun olduğu güney bakıda yaz yağışlarının bu bitkilerde yeni doku üretimine sebep olması bu yöneydeki NDF oranının düşük kalmasında etkili olmuştur. Nitekim bu durum bakı x yıl interaksiyonunu ortaya çıkarmıştır.

Araştırmada yıllar arasında NDF oranı yönünden ortaya çıkan farklılıkta yıllar arası iklim farklılığı etkili olmuştur. İklimin seyrine göre bitki örtüsünde ortaya çıkan periyodisite

farklılığı buna zemin hazırlamıştır (Gökkuş vd., 2000; Young ve Clements, 2007; Briske vd., 2008; Polley vd., 2013). İkinci yılda haziran ve temmuz aylarının yağışlı geçmiş olması bu ifadeyi desteklemektedir.

Mevsimsel yağış değişimlerine karşı kök yapılarının farklılığı nedeniyle tepkileri de farklı olan baklagil ve buğdaygil türleri bu kısa süreli değişimlerden farklı şekillerde etkilenmektedirler. Ortaya çıkan kuraklık durumunda derin kök sistemine sahip baklagillerin oranının artırması ve yüzeysel yağışlara buğdaygillerin daha hızlı tepki vermesi nedeniyle bu kısa süreli değişimlerin baklagil ve buğdaygil türlerinin gelişimlerini etkilemek suretiyle bitki örtüsündeki oranlarını da etkilemesi beklenen bir sonuçtur. Dolayısıyla bu değişimler nedeniyle çalışmada NDF oranlarında mevsime bağlı dalgalanmaların olduğu düşünülmektedir. Çünkü buğdaygil türlerinin NDF oranı baklagil türlerinden daha yüksek olacak şekilde iki familya arasında belirgin bir farklılık mevcuttur (Collins ve Fritz, 2003; Deak vd., 2007; Yıldız ve Özyazıcı, 2017; Tan vd., 2019).

İklim seyrindeki farklılık yöneylerde bitki gelişme seyrini ve bitki örtüsündeki periyodisiteyi etkilemesi suretiyle merada üretilen yemin kalitesini etkilemiştir. Bunun sonucunda NDF oranına ait dönem x bakı x yıl interaksyonu önemli çıkmıştır. Bu durum karasal iklimin hüküm sürdüğü meraların karakteristik özelliğidir. İklimin etkisiyle bitki örtüsünün gelişme seyrinin değiştiği ve iklimin etkisinin yıllar arasında farklı olabileceği diğer araştırmacılar tarafından da dile getirilmiştir (Mountousis vd., 2006; Frost vd., 2008; Balabanlı vd., 2010; Güllap, 2010; Polley vd., 2013; Koç vd., 2014).

Sonuç olarak mera bitki örtüsünün yem kalitesi iklim seyrinin etkisi altında olup iklimin etkisi yöneylerde yıllara göre farklı seyir izleyebilmektedir. Özellikle sıcak dönemde aniden başlayan kuraklık, yem kalitesi üzerine yöneylerin etkisini azaltmaktadır.

4.5.3 Asit ortamda çözünebilir lif (ADF) oranı

Elverişli yemin ADF oranına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir. Araştırma sahasından alınan örneklerin ADF içeriği üzerine dönem, bakı ve yılların etkisi çok önemli olmuştur ($P<0,01$). Dönem x bakı ve bakı x yıl interaksyonları önemsiz bulunurken, dönem x bakı ile üçlü interaksyonun önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.27. Çalışma alanındaki ADF oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Hata Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Dönem	5	3086,205	267,11	0,0001
Bakı	2	56,744	6,34	0,0028
Dönem x Bakı	10	8,733	1,30	0,2284
Hata ₁	323	9,482		
Yıl	1	434,343	31,51	0,0001
Dönem x Yıl	5	915,378	29,73	0,0001
Bakı x Yıl	2	20,733	2,32	0,1055
Dönem x Bakı x Yıl	10	19,790	2,95	0,0014
Hata ₂	342	7,679		

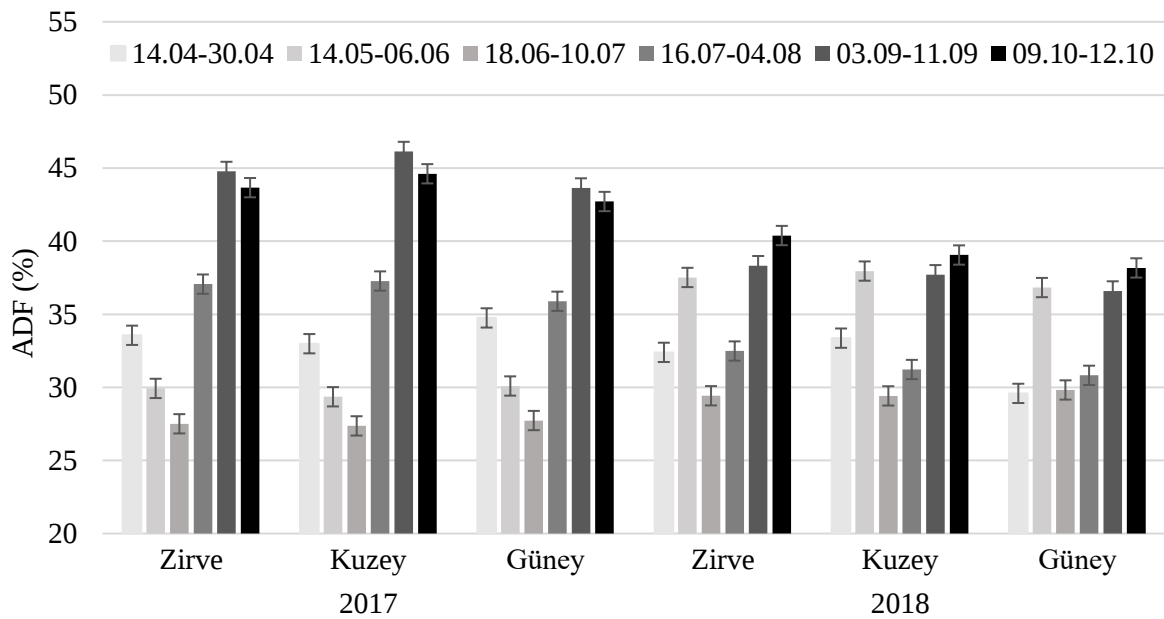
Elverişli yemin ADF oranı, dönemler boyunca önemli değişim göstermiştir. Mevsim başlangıcında % 32,76 olan ADF oranı haziran – temmuz döneminde % 28,54’e düşmüştür. Temmuz – ağustos döneminde % 34,12 seviyesine yükselen ADF oranı artış eğilimine devam ederek sezon sonunda en yüksek değerine (% 41,43) ulaşmıştır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Çalışma alanındaki ADF oranına ait ortalamalar

2017				
Dönemler	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
1	34,74	32,98	33,56	33,76
2	30,09	29,35	29,92	29,78
3	27,73	27,36	27,50	27,53
4	35,88	37,27	37,06	36,73
5	43,63	46,13	44,76	44,84
6	42,71	44,60	43,65	43,65
Ortalama	35,79	36,28	36,07	36,04 a
2018				
1	29,58	33,36	32,39	31,77
2	36,82	37,95	37,51	37,42
3	29,82	29,41	29,42	29,55
4	30,82	31,22	32,48	31,50
5	36,59	37,70	38,32	37,53
6	38,16	39,05	40,38	39,19
Ortalama	33,63	34,78	35,08	34,49 b
İki Yıllık Ortalama				
1	32,16	33,17	32,97	32,76 c
2	33,45	33,65	33,72	33,60 bc
3	28,77	28,39	28,46	28,54 d
4	33,35	34,24	34,77	34,12 b
5	40,11	41,92	41,54	41,19 a
6	40,44	41,83	42,02	41,43 a
Ortalama	34,71 b	35,53 a	35,58 a	35,27

Elverişli yemin ADF oranı üzerine araştırma sahası topografik yapısının önemli etkisi olmuştur. En yüksek ADF oranı (% 35,58) zirveden alınan örneklerde kaydedilirken, en düşük oran (% 34,71) güneyden alınan örneklerde belirlenmiştir. Kuzey bakı örnekleri ile zirve örnekleri arasında ise ADF oranı bakımından önemli bir fark ortaya çıkmamıştır.

Çalışmanın yürütüldüğü yıllar arasındaki ADF oranı farkı istatistiki açıdan % 1 seviyesinde önemli olmuştur. Araştırmanın ilk yılında % 36,04 olan ADF oranı, ikinci yılda düşüş göstererek % 34,49'a gerilemiştir (Çizelge 4.28).



Şekil 4.8. ADF oranının yıllar ve bakılara göre mevsimlik seyri

Araştırmanın ilk yılında ADF oranı mevsim başlangıcından itibaren yaz ortasına kadar azalmış ve ilerleyen dönemlerde hızlı bir yükselişe geçerek eylül ayında en üst seviyeye ulaşmıştır (Çizelge 4.28). İkinci yılda ise ADF oranının mevsimsel değişimi daha dalgalı bir seyir izlemiştir (Şekil 4.8). Bu yılda ADF oranı mevsim başlangıcından haziran ayına kadar artmış ancak hemen ardından temmuz ortalarına kadar hızlı bir düşüş sergilemiştir. Mevsim seyrinin kalan sürecinde ise yeniden artışa geçerek ekim ayında en yüksek değere ulaşmıştır. Bu durum dönem x yıl interaksyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur. Farklı yıllarda farklı bakıların mevsim boyunca seyri önemli değişim gösterdiğinden üçlü interaksyon da önemli bulunmuştur.

İklimin seyrine bağılı olarak bitki örtüsünün gelişme seyri değişim göstermekte ve bu durum yem kalitesinin mevsimlik seyrine etki etmektedir (Mountousis vd., 2008; Erkovan vd., 2009; Teka vd., 2012; Koç vd., 2014). Nitekim havanın serin ve yağışlı geçtiği ilk yılda (Çizelge 3.2) elverişli yemin ADF oranı dönem başlangıcından sonra kısmen azalmış ve temmuza kadar ciddi değişim sergilememiştir (Çizelge 4.28). Bu durum bitki örtüsünde baskın durumda olan serin mevsim buğdaygillerinin bu dönemde fotosentez ürünleri ile yeni doku ve organ üretmeleri nedeniyle yapısal karbonhidrat biriktirmesinde gecikmeye neden olmuştur. Oysa ikinci yılda nisan ayı sıcak ve kurak geçmiş ve bu durum bitkilerde yaşlanmayı teşvik ettiği için mayıs ortalarına doğru ADF oranında hızlı artışa neden olmuştur. Ancak mayıs ve haziran ayları 2018 yılında yağışlı geçtiği için yeni bitki ve sürgünlerin oluşmasıyla ADF oranı düşmüştür. Bitkilerin yaşlanıp kuruması ile birlikte artışa geçen ADF oranı, eylülde zirveye ulaşmıştır. Nitekim bitkilerde yaşlanma ilerledikçe yapısal karbonhidratların arttığı ve yem kalitesinin olumsuz yönde etkilenmesinde iklim seyrinin etkili olduğu Collins ve Fritz (2003), Avcı vd. (2006), Kutlu (2008), Güllap (2010) gibi araştırmacılar tarafından da dile getirilmiştir. Bu durum yukarıdaki açıklamaları desteklemektedir.

İlkbaharda yağışların kesilmesi ile yüzeyde ortaya çıkan nem stresi buğdaygillerde büyümeyi durdururken, kazık köklü baklagillerin bu olaydan etkilenmeden büyümeye devam etmelerinin elverişli yemde baklagil oranının artmasına sebep olması beklenir. Bu durumun yazıya geçişte ADF oranının düşmesinde etkili olması muhtemeldir. Zira baklagillerin ADF içeriği buğdaygillere göre daha düşüktür (Yavuz ve Karadağ, 2016; Kır vd., 2018; Tan vd., 2019).

Mera bitki örtülerinde elverişli yemin ADF oranındaki mevsimsel değişim genellikle NDF oranı ile benzer olmaktadır (Erkovan vd., 2009; Koç vd., 2014; Tölü vd., 2016; Çağan ve Başbağ, 2019). Özellikle olgunluk artışına bağılı olarak bitkilerde yapısal karbonhidratlar artmakta ve ADF oranında artışa sebep olmaktadır. Dolayısıyla mevsim boyunca bitkilerde olgunluğu etkileyen iklim dalgalanmaları periyodisiteye etki ederek ADF oranı gibi yem kalite parametrelerinde önemli değişimlere sebep olabilmektedir. Yıl içerisinde mevsim boyunca ortaya çıkan iklimsel dalgalanmaların yem kalitesini önemli derecede etkilediği araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Grant vd., 2014; Ludewig vd., 2015). Yağışlı dönemlerde genç doku üretiminin devam etmesi nedeniyle bitkiler yüksek ham protein ve

düşük yapısal karbonhidrat içermekte ve bu sebeple merada üretilen elverişli yemin kalitesi artmaktadır. Bu durum, çalışmadaki ADF oranının mevsimsel seyrini açıklayıcı niteliktedir.

Bakı faktörünün ışıqlanma süresi ve şiddetinde farklılıklar oluşturması nedeniyle, farklı bakıya sahip alanlarda iklimsel farklılıklar da görülebilmektedir (Gong vd., 2008; Sidari vd., 2008; Ateş, 2009; Nahidan vd., 2015). Dolayısıyla bu farklılık bitkilerin gelişimine etki ederek yem kalitesi üzerinde etkili olabilmektedir. Nitekim çalışmanın her iki yılında da sıcağa nispeten dayanıklı baklagil türlerinin daha yoğun olduğu güney bakıya sahip alanlarda yaz yağışları yeni doku üretimini destekleyerek ADF oranının daha düşük olmasına sebep olmuş olabilir.

Çalışmanın yürütüldüğü yıllar arasında ADF oranının farklı olması yıllara bağlı iklimsel farklılıktan kaynaklanmıştır. Nitekim 2017 yılı genel itibariyle 2018 yılına göre daha az yağışlı geçmiş ve bu nedenle ADF oranı daha yüksek olmuştur. Bazı araştırmacılar da bu bulguları destekleyici şekilde yağışı düşük olan yılda meradaki yemin ADF oranının yüksek olduğunu tespit etmişlerdir (Güllap, 2010; Erkovan, 2017).

İklimin her yıl içerisinde izlediği farklı seyir, farklı bakı özelliğine sahip alanlardaki bitki örtüsünde farklı bitkilerin mevsimin farklı dönemlerinde daha belirgin gelişim göstermesine sebep olmak suretiyle üretilen elverişli yemin kalitesini de etkilemiştir. Bu durum ADF oranına ait dönem x bakı x yıl interaksiyonunun oluşmasında etkili olmuş ve iklim seyrinin ADF oranındaki mevsimlik değişimde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Karasal iklimin hakim olduğu ekolojilerde mera bitki örtülerinin gelişim seyrinin iklimin etkisiyle değiştiği, iklimin bu etkisinin yıllara göre farklılık gösterebileceği ve farklı topografik özelliğe sahip alanların iklim seyrinden farklı şekilde etkileneceği bazı araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Ball vd., 2001; Erkovan vd., 2009; Mut vd., 2010).

4.5.4. Sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı

Sindirilebilir kuru madde (SKM) oranına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Elverişli yem örneklerinin SKM oranı üzerine dönem, bakı ve yılların etkisi çok önemli olmuştur ($P \leq 0,01$). Dönem x bakı ve bakı x yıl interaksiyonları önemsiz olurken, dönem x yıl interaksiyonu ile üçlü interaksiyon önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Çalışma alanındaki SKM oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Hata Kareler Ortalaması	F Değeri	P Değeri
Dönem	5	1872,859	267,11	0,0001
Bakı	2	34,455	6,34	0,0028
Dönem x Bakı	10	5,303	1,30	0,2283
Hata ₁	323	5,754		
Yıl	1	263,707	31,51	0,0001
Dönem x Yıl	5	555,579	79,23	0,0001
Bakı x Yıl	2	12,596	2,32	0,1055
Dönem x Bakı x Yıl	10	12,007	2,95	0,0014
Hata ₂	342	4,661		

Elverişli yemin SKM oranı, otlatma mevsimi boyunca önemli değişim göstermiştir. Mevsim başlangıcında % 63,36 iken ilkbahar sonuna kadar önemli bir değişim göstermeyerek benzer seyir takip etmiştir. Haziran sonu itibariyle kısmi bir artış göstererek % 66,66'ya yükselmiş ancak temmuz ortalarından itibaren azalışa geçerek % 62,31'e düşmüştür. Mevsimin kalan sürecinde azalış eğilimini sürdürerek eylül ayında % 56,74 oranına inmiş ve mevsim sonuna kadar önemli bir değişim göstermemiştir (Çizelge 4.30).

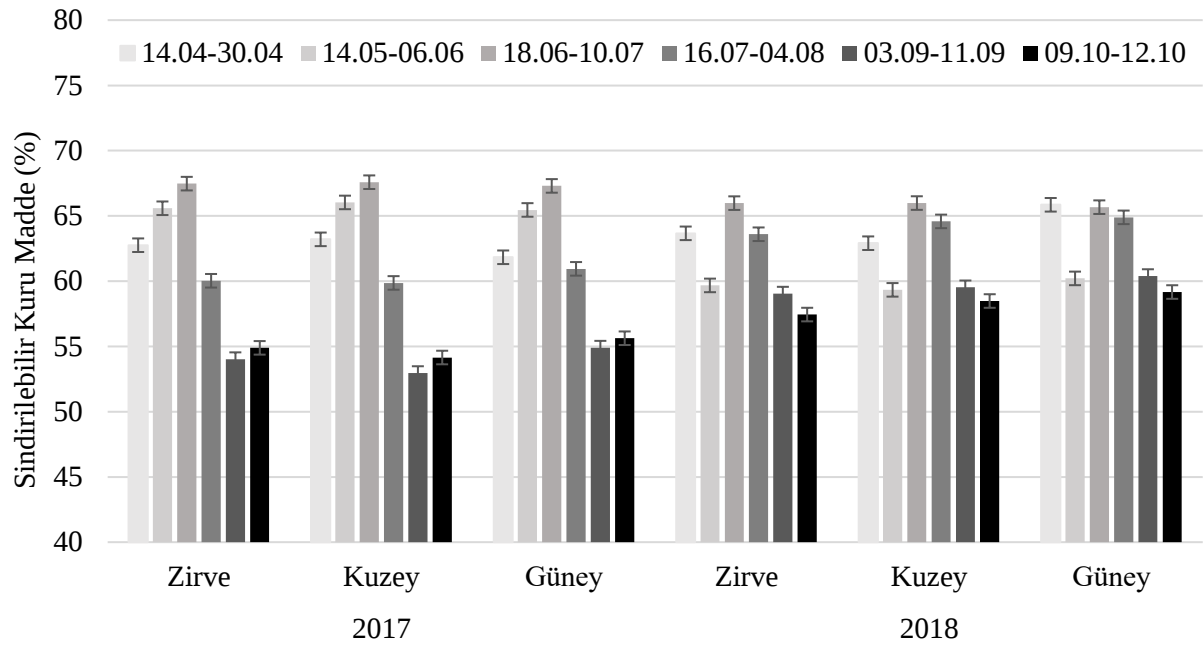
Ele alınan sahada bakı özelliğinin SKM oranını önemli derecede etkilediği görülmüştür (Çizelge 4.29). Güney bakıya sahip alanlarda % 61,84 ile daha yüksek seviyede olan SKM oranı, kuzey ve zirvede sırasıyla % 61,21 ve % 61,24 oranına sahip olmuştur. Kuzey ve zirve alanlardaki SKM oranının, güney alanlardan düşük ancak birbirleri ile aynı seviyede olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.30). Her ne kadar istatistiki açıdan önemli olsa da ortaya çıkan bu durum ciddi bir farklılık yaratmamıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yılları arasında SKM oranı önemli değişim göstermiştir. Çalışmanın ilk yılında % 60,80 olarak hesaplanan SKM oranı, ikinci yılda % 62,01 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Çalışma alanındaki SKM oranına ait ortalamalar

2017				
Dönemler	Güney	Kuzey	Zirve	Ortalama
I	61,83	63,20	62,75	62,59
II	65,45	66,03	65,58	65,68
III	67,29	67,58	67,47	67,44
IV	60,94	59,86	60,02	60,27
V	54,90	52,95	54,02	53,95
VI	55,62	54,14	54,89	54,88
Ortalama	61,00	60,62	60,78	60,80 b
2018				
I	65,85	62,90	63,66	64,13
II	60,21	59,33	59,67	59,73
III	65,66	65,98	65,97	65,87
IV	64,89	64,57	63,59	64,35
V	60,39	59,52	59,04	59,65
VI	59,16	58,47	57,44	58,35
Ortalama	62,69	61,79	61,56	62,01 a
İki Yıllık Ortalama				
I	63,84	63,05	63,21	63,36 b
II	62,83	62,68	62,63	62,71 bc
III	66,48	66,78	66,72	66,66 a
IV	62,91	62,22	61,81	62,31 c
V	57,64	56,24	56,35	56,74 d
VI	57,39	56,31	56,16	56,62 d
Ortalama	61,84 a	61,21 b	61,14 b	61,39

Çalışmanın ilk yılında SKM oranı mevsim başlangıcından itibaren temmuza kadar yükselmiş ve bu ayda en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Temmuz ayının ortalarından itibaren mevsimin ekim ayına kadar ilerleyen sürecinde azalış eğiliminde olan SKM oranı ekim ayı ile birlikte hafif bir yükseliş göstermiştir (Çizelge 4.30). İkinci yılda ise mevsim başlangıcından ilkbahar sonlarına doğru azalış eğiliminde olan SKM oranı, yaz mevsiminin başlamasıyla yeniden hızlı bir yükselişe geçerek temmuz ayında en yüksek seviyesine ulaşmış ve mevsimin kalan sürecinde azalış sergilemiştir (Çizelge 4.30). Yıllara bağlı olarak SKM oranının mevsimsel seyrindeki bu değişkenlik, dönem x yıl interaksyonunun önemli çıkmasında etkili olmuştur. Ayrıca farklı bakılarda mevsimsel değişimin yıllara bağlı olarak değişiklik göstermesi de dönem x bakı x yıl interaksyonunu ortaya çıkarmıştır.



Şekil 4.9. SKM oranının yıllar ve bakılara göre mevsimlik seyri

Merada üretilen otun SKM oranı, bitkilerdeki yapısal karbonhidrat oranındaki değişimi de etkileyen fizyolojik gelişim aşaması ve iklim faktörlerinden etkilenmektedir (Van Soest, 1982; Collins ve Fritz, 2003; Arzani, vd., 2006). Çalışmanın ilk yılında mevsim başlangıcından itibaren yaz aylarına kadar olan süreçte yağış miktarının elverişliliğine (Çizelge 3.2) bağlı olarak bitkilerde vejetatif dönem uzamış ve bu durum SKM oranının temmuz ayına kadar artış göstermesine sebep olmuştur (Şekil 4.9). Nitekim yağış bitkilerde olgunlaştırmayı ve dolayısıyla sindirilebilirliğin azalmasına neden olan lignifikasyonu geciktirmekle birlikte kuru madde birikimini artırmaktadır (Heady ve Child, 1994; Gibson, 2009). Aynı yılın ilerleyen dönemlerinde SKM oranında görülen azalış ise sıcaklık artışıyla birlikte bitkilerin olgunlaşmasına bağlı olarak yapısal karbonhidratların artması ve yaprak dokularının azalması nedeniyle hücre duvarındaki sindirilebilir madde oranının azalması ile açıklanabilmektedir (Buxton ve Fales, 1994; Klein vd., 2007; Mountousis vd., 2008; Mut vd., 2010; Henkin vd., 2011). Ayrıca çalışmanın ikinci yılında mevsim başlangıcını takip eden ilk dönemde meydana gelen azalışın sebebi ise bu dönemin kurak geçmesine bağlı olarak bitkilerde olgunlaşmanın hızlanması olarak gösterilebilir. Nitekim ikinci yılın haziran ayında yağışların yeniden elverişli hale gelmesi ile SKM oranının tekrar artışa geçmesi, bu bilgileri destekleyici niteliktedir (Şekil 4.9).

Işıklanma seyrinde farklılık oluşturmaları nedeniyle araştırma sahasının farklı yöneylerdeki alanları arasında SKM oranı da önemli değişim göstermiştir (Çizelge 4.30). Işıklanmanın süresi ve şiddetine bağlı olarak oluşan iklimsel farklılıklar, bitkilerde fizyolojik gelişime etki etmek suretiyle yem kalitesini de etkilemektedirler (Gong vd., 2008; Sidari vd., 2008; Ateş, 2009; Nahidan vd., 2015). Nitekim araştırma sonucunda güney yöneylerde SKM oranının daha yüksek bulunması, bu alanlarda sıcağa dayanıklı ve derinden nem çekebilen baklagillerin yaygın olmasından kaynaklanmıştır. Ayrıca güney yöneylerde sıcağa nispeten dayanıklı baklagillerin daha fazla olmasının da SKM oranının daha yüksek olmasında etkili olduğu düşünülmektedir çünkü baklagillerde ADF oranı buğdaygillere göre daha düşük olup (Yavuz ve Karadağ, 2016; Kır vd., 2018; Tan vd., 2019) ADF oranındaki azalış da SKM oranını etkilemektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü ilk yılda SKM oranının ikinci yıla göre daha düşük olmasında ilk yıla ait yağış ortalamasının daha düşük olması (Çizelge 3.2) etkili olmuştur. Yarı kurak iklimlerde bitki örtüsünün gelişimi üzerinde etkisi en fazla olan doğal faktörün yağış olduğu bilgisine dayanarak (Coronato ve Bertiller, 1996; Svejcar vd., 1999; Bates vd., 2006) 2017 yılında ortaya çıkan kısa süreli kuraklıkların bitkilerde periyodisiteye etki ederek SKM oranını azalttığı ifade edilebilir.

Genel bir ifadeyle elverişli yemin SKM oranı, otlatma şartları altındaki aktif bitki büyüme döneminde iklimin seyrine bağlı olarak değişim sergilese de çok fazla bir düşüş göstermemektedir. Bitkilerin vejetatif gelişmelerini tamamlayarak kuruma eğilimine geçmeleriyle birlikte düşüşe geçmekte ve sonbahara doğru kuruyan yaprakların da dökülmesiyle en düşük seviyeye ulaşmaktadır. Sonbaharda düşen yağış durumuna göre ise kısmi bir artış gösterebilmektedir. Ancak meradaki kuru ot fazla ve yeniden büyüme az olduğu için bu dönemde SKM oranındaki artış çok belirgin olmamaktadır.

4.6. Otlatmaya Başlama Zamanı

Sündiken Dağları Bozdağ Yöresi meralarında erken ilkbaharda sıcaklıkların artmasıyla birlikte periyodik olarak yapılan gözlemler sonucunda farklı topoğrafik özelliklere sahip alanlarda 2017 ve 2018 yılı için bitkilerin büyümeye başladığı tarihler ile otlatma olgunluğuna ulaştıkları tarihler Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Araştırmada ele alınan farklı bakı özelliğine sahip meraların büyüme başlangıcı ile otlatma olgunluğu tarihleri

Bakı Özelliği	Büyüme Başlangıcı	Otlatma Olgunluğu
2017		
Güney	Mart'ın 2. haftası	Mayıs'ın 1. haftası
Kuzey	Mart'ın 3. haftası	Mayıs'ın 2. haftası
Zirve	Mart'ın 3. haftası	Mayıs'ın 2. haftası
2018		
Güney	Mart'ın 1. haftası	Nisan'ın 3. haftası
Kuzey	Mart'ın 2. haftası	Nisan'ın 4. haftası
Zirve	Mart'ın 2. haftası	Nisan'ın 4. haftası
Ortalama		
Güney	Mart'ın 1-2. haftası	Nisan'ın 4. haftası
Kuzey	Mart'ın 2-3. haftası	Mayıs'ın 1. haftası
Zirve	Mart'ın 2-3. haftası	Mayıs'ın 1. haftası

Bozdağ meralarının bitki örtüsü, 2017 yılında zirve ve kuzey bakıya sahip alanlarda mart ayının 3. haftasından itibaren büyümeye başlamış ve mayıs ayının 2. haftası içinde otlatma olgunluğuna ulaşmıştır. Aynı yılda güney bakıya sahip alanlar ise mart ayının 2. haftasından itibaren büyümeye başlamış ve mayıs ayının başlamasıyla birlikte otlatma olgunluğuna ulaşmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü ikinci yılda ise zirve ve kuzey bakıya sahip alanlardaki bitki örtüsünün mart ayının 2. haftasında büyümeye başladığı ve nisan sonunda otlatma olgunluğuna ulaştığı görülürken, güney bakıya sahip alanlarda mart başlangıcında büyüme başlamış ve nisan ayının 3. haftasında otlatma olgunluğuna ulaşıldığı tespit edilmiştir. Bu kayıtlara göre yörede otlatmaya başlama zamanı ilkbahardaki hava sıcaklığının da etkisiyle güneyde nisan sonu, kuzey ve zirvede ise mayıs başında ortaya çıkmaktadır.

Kuzey yarımkürede, iklimdeki mevsimsel değişimin belirgin olarak yaşandığı doğal meralarda bitki örtüsünün kış uyku döneminden sonra büyümeye başlama zamanı iklim şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Holechek vd., 2011; Altın vd., 2011b). Bu dönemde yedek besin maddelerini kullanarak yavaş şekilde büyümeye başlayan bitkiler henüz yeterli miktarda fotosentez alanı bulunmaması ve dönem itibariyle sıcaklıklardaki ani değişimler nedeniyle otlanmaya karşı oldukça hassastırlar (Gökkuş vd., 1991; DelCurto vd., 2005; Altın vd., 2011b). Dolayısıyla büyüme başlangıcından otlatma olgunluğuna kadar olan süre mera bitkileri açısından oldukça kritiktir. Bozdağ meralarında ilkbahar kritik döneminin büyüme

başlangıcından itibaren 2017 yılında 7 hafta, 2018 yılında ise 6 hafta sürdüğü görülmüştür. Yıllar arasındaki bu fark doğal bir sonuç olup iklimsel farklılıklara bağlı olarak ortaya çıkmıştır.

Ele alınan mera kesimlerinde mevsim başlangıcında bitkilerin büyüme başlangıcı, kritik dönem uzunluğu ve buna bağlı olarak otlatma olgunluğuna ulaşma tarihindeki farklılıklar topoğrafik yapıya bağlı olarak ışık alma yoğunluğundaki farklılıktan kaynaklanmıştır. Bitkilerde büyüme, dormant gözlerin uyarılması ve büyüme noktalarında sıcaklığın belirli bir düzeye ulaşması ile başlamaktadır (Chapin ve Shaver, 1985; Hatfield ve Prueger, 2015). Büyümesi teşvik edilen dormant tomurcuklardan oluşan genç sürgünlerin belirli bir gelişme çağına ulaşması ise ancak belirli bir sıcaklık toplamına ulaşması ile mümkündür (DelVallee vd., 1990; Atkinson ve Porter, 1996; Leclerc, 2003). Dolayısıyla benzer rakımda yer alan ve daha fazla ışıklanan güney bakıda bitki örtüsünün diğer bakılara göre erken otlatma olgunluğuna ulaşması beklenen bir durumdur. Kuzey bakıda rakım zirveye göre daha düşük olmasına rağmen aynı zamanda otlatma olgunluğuna ulaşması zirve alanların kuzey bakıya göre daha sıcak olmasının bir sonucudur. Aksi takdirde artan rakım ile birlikte sıcaklığın azalması beklenen bir durum (Wang vd., 2007; Altın vd., 2011a; Holechek vd., 2011) olup aşırı rakım farkında farklılığın ortaya çıkması kaçınılmazdır. Nitekim topoğrafik yapıdan etkilenen ışık alma yoğunluğu sonucunda az ışık alan daha düşük rakımlı alanlar ile çok ışık alan daha yüksek rakımlı alanlarda benzer ekolojik özellikler ortaya çıkabilmektedir.

Araştırmanın ikinci yılında ilk yıla göre bitki örtüsünün daha erken gelişmeye başlaması ve daha hızlı otlatma olgunluğuna ulaşması ikinci yılda sıcak havaların daha erken başlaması ve sıcaklığın daha yüksek seyretmesi ile ilgili olmuştur. Bitkilerin belirli bir fenolojik evreye belirli bir sıcaklık toplamında ulaştığı dikkate alındığında (Leclerc 2003; Siebert ve Ewert, 2012; Bahuguna ve Jagadish, 2015), ikinci yılda bitki örtüsünün daha erken otlatma olgunluğuna ulaşması olağandır.

İki yıllık sonuçlar bir bütün olarak değerlendirildiğinde Bozdağ meralarında iklimin seyrine göre büyüme güney bakıda mart ayının ilk ya da ikinci haftasında başlayarak nisan ayının sonları veya mayıs başlarında otlatma olgunluğuna ulaşılmaktadır. Kuzey ve

zirvelerde ise bu seyir bir hafta daha geç başlamaktadır. Meraların sürdürülebilir kullanımı açısından yörede bu otlatma başlangıcı tarihlerine uyulması önemlidir.

4.7. Otlatmaya Son Verme Zamanı

Bozdağ meralarında otlatmaya son verme zamanını belirlemek için güz mevsiminin ortasından itibaren periyodik olarak yüzey donları takip edilmiş ve farklı topoğrafik özelliğe sahip alanların 2017 ve 2018 yılları için otlatmaya son verme tarihleri Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Bozdağ meralarında 2017 ve 2018 yılları için belirlenen otlatmaya son verme tarihleri

Bakı Özelliği	Otlatmaya Son Verme Zamanı		
	2017	2018	Ortalama
Güney	Kasım’ın 1. haftası	Kasım’ın 1. haftası	Kasım’ın 1. haftası
Kuzey	Kasım’ın 1. haftası	Kasım’ın 1. haftası	Kasım’ın 1. haftası
Zirve	Kasım’ın 1. haftası	Kasım’ın 1. haftası	Kasım’ın 1. haftası

Çalışma alanının tamamında her iki yılda da otlatmaya son verme zamanı kasım ayının başlangıcı olarak belirlenmiştir. Bakı özelliği farketmeksizin tüm alanların yüzeyindeki donlar her iki yılda da bu tarihte görülmüştür.

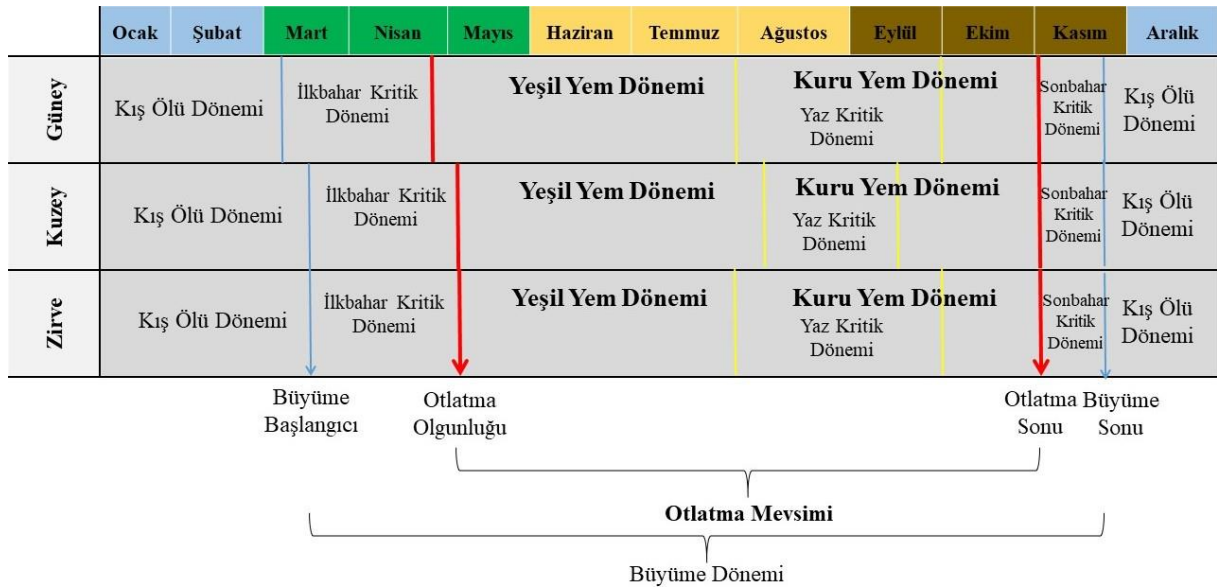
Yöre ikliminde ilkbaharda büyük dalgalanmalar görülse de sonbaharda öldürücü donların gelişi genelde kasım ayı sonlarında rastlamaktadır (Ketenoglu, 2007; Erdoğan vd., 2011). Dolayısıyla rakım farkı olmayan yerlerde bitkiler açısından öldürücü donların farklı tarihlerde gelmesi beklenmemektedir. Bu nedenle otlatmaya başlama zamanı farklı olmakla birlikte sona erme aynı tarihe denk gelmektedir.

Meradaki bitkiler kış uykusu döneminde fotosentez yapamamaları da solunum devam etmektedir. Dolayısıyla mera bitkilerinin hem kış solunumu yapmak hem de takip eden yılda yeniden sürmek için yedek besin depolamaları elzemdir. Mera bitkilerinin yeterli yedek besin maddesi depolayarak kışa girebilmesi için gerekli olan bu süre, kaynaklarda kış ölü periyodundan önceki 3-4 hafta olarak tanımlanmaktadır (MacAdam ve Nelson, 2003; Altın vd., 2011b). Dolayısıyla yörede kasım başında otlatmanın sonlandırılması gerekmektedir.

4.8. Otlatma Takvimi

Bozdağ yöresi meralarında büyüme başlangıcı, otlatmaya başlama ve son verme zamanları ile kritik dönemler, yeşil ve kuru yem dönemleri Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çalışma bulgularına göre oluşturulan otlatma takviminde yöneyler arasında farklılık olduğu ve güney yöneylerde otlatma mevsiminin daha erken başladığı görülmektedir. Yeşil yem döneminin ise kuzey yöneylerde daha geç son bulurken güney ve zirvede aynı tarihlerde sona erdiği ve bu nedenle zirvede yeşil yem döneminin daha kısa sürdüğü görülmektedir (Şekil 4.10). Kuru yem döneminin başlamasından itibaren sonbahar yağışlarıyla birlikte bitki örtüsünün yeniden üretime geçtiği tarih arasında kalan yaz kritik dönemi, kuzey alanlarda daha önce son bulurken zirve ve güneyde aynı tarihlerde sona ermiştir. Bu tarihlerde tüm yöneylere yağış düşmesine rağmen kuzey yöneylerde ıskılanmanın daha az olmasına bağlı olarak toprak nemi daha fazla muhafaza edilebildiği için (Sternberg ve Shoshany, 2001; Rezaei vd., 2006) bu alanlarda yaz kritik dönemi güney ve zirveye göre yaklaşık 2 hafta kadar erken son bulmuştur. Genel itibarıyla Bozdağ meralarındaki otlatma mevsiminin güney alanlarda daha uzun olduğu ve sonbaharda zirve ile güney alanların otlatma tarihlerinin benzer olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.10. Bozdağ meraları otlatma takvimi

Bozdağ meralarındaki otlatma takviminde yöneylere göre oluşan farklılık ve kış sonrası ilkbaharda havaların ısınmaya başladığı süreçte ortaya çıkan sıcaklık farklılıkları tüm otlatma mevsimini etkilemiştir. Otlatma olgunluğu, bitkilerin büyüme ve gelişme sürecini dikkate alarak belirlenen bir kriter olması sebebiyle özellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde çoğunlukla yağış ve sıcaklığa bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Heady ve Child, 1994). Nitekim Bozdağ meralarının birbirine yakın konumda olan farklı yöneyleri arasında yağış farkı olmadığı dikkate alındığında, bitkilerin güney alanlarda daha erken gelişerek otlatma olgunluğuna ulaşmasını sağlayan temel faktörün sıcaklık olduğu ve bu sıcaklık farkının da güney yöneylerin daha fazla ısıklanmasına bağlı olarak ortaya çıktığı görülmüştür. Güneyde bitki örtüsünün gelişimi için en uygun sıcaklık aralığının daha erken tarihlerde oluşmuş ve bitkilerin daha erken büyüyerek otlatma olgunluğuna ulaşmış olması nedeniyle Bozdağ meralarında otlatmanın güney alanlardan başlatılması gerektiği ve bunu tarihten yaklaşık bir hafta ile on gün sonra kuzey ve zirvelerin de otlatılabileceği sonucuna varılmıştır.

Elde edilen bulgular kasım ayı başında meraların sonbahar kritik periyoduna aynı zamanda girdiğini göstermiştir. Bu durum esas itibarı ile çalışma alanlarında rakım farkının çok fazla olmaması ve soğuyan havaların her kesimi benzer ölçüde etkilemesinden kaynaklanmıştır. Uzayan günler serin mevsim bitkilerinde büyümeyi teşvik ederken, kısalan günler dormansiye teşvik etmektedir (Thomas ve Vince-Prue, 1997; Sinclair vd., 2004; Song vd., 2010; Gliessman, 2015). Zira günler uzarken ve kısalırken kırmızı / kızılötesi ışın yoğunluğu değişmekte ve bu da bitki büyüme seyri üzerine sinyal görevi (uyarıcı ve durdurucu) yapmaktadır (Deregibus vd., 1995; Tischler vd., 1997; Manske, 2000; Altın vd., 2011a). Neticede kısalan günler ile birlikte soğuyan havalar serin mevsim bitkilerinde dormansiye teşvik etmekte ve fotosentezin gerçekleştiği bu dönemde üretilen fotosentez ürünleri depolanarak ertesi yılın hazırlıkları yapılmaktadır. Hava şartlarının bozulmaya başlaması ile serin mevsim bitkilerinde fotosentezin durduğu kabul edilen, sıcaklığın 0 °C'ye düştüğü döneme (Schulze vd., 2002; Kadioğlu, 2016) kadar geçen süre yüzeyde ilk donların görülmesini takiben 3-4 hafta sonra ortaya çıkmaktadır (Ogden, 1980; Altın vd., 2011b). Dolayısıyla bu dönem kritik dönem olarak tanımlanmakta (Cipriotti vd., 2008; Babalık ve Sönmez, 2009; Altın vd., 2011b; Koç vd., 2012) ve kasım ayı başlarında ortaya çıkmaktadır.

Yıllar itibarı ile belirgin bir farkın olmayışı, yörede yüzeyde ilk donlar yaklaşık olarak her yıl kasım başlarına rastlamasından kaynaklanmıştır. Her ne kadar soğuğa hassas bitkiler için öldürücü soğuklar genelde ekim ayı içinde görülse de ilk yüzey donlarının görülmesi daha sonraya denk gelmektedir. Sonuç olarak yörede kasım ayı başlarında meralarda otlatmaya son verilmesi gerekmektedir.

4.9. Uzaktan Algılama ile Meranın İzlenebilirliği

Heterojen ve dinamik bir yapıya sahip olan mera vejetasyonları konumsal ve zamansal olarak büyük değişimler gösterebilmektedir. Bu nedenle meraların izlenmesinde yersel çalışmalar yetersiz ve yavaş kaldığı için alanı toplu şekilde, mevsim boyunca ve hızlı bir şekilde değerlendirebilecek, etkin kullanıma sahip yöntem veya yöntemlerin geliştirilmesi isabetli olacaktır. Mera alanlarının elverişli yem miktarı ve kalitesindeki mevsimsel değişimi hakkında bilgi üretecek yöntemler, uygulayıcılara önemli kolaylık sağlayacaktır. Bu amaçla son yıllarda uzaktan algılama yöntemlerinden etkin olarak faydalanılmaktadır. Bu çalışmada da uydu görüntüleri işlenerek elverişli yem ve yem kalitesi hakkında bilgi üretilmeye çalışılmış ve elde edilen sonuçlar alt başlıklar halinde sunulmuştur.

4.9.1. Elverişli yem miktarı ile NDVI ilişkisi

Araştırma sahasının 2017 ve 2018 yıllarındaki elverişli yem üretiminin mevsim boyu değişiminin tahmin edilmesi amacıyla kullanılan Sentinel 2A uydusuna ait NDVI yansıma değerleri ile yersel veriler arasındaki ilişkiyi belirlemek için verilere Pearson korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4.33'te sunulmuştur. Her bir döneme ait yansıma değerleri en yüksek ilişkiyi gösterdiği için her döneme ait ayrı bir korelasyon analizi uygulanmış ve bu ilişkiyi tarif eden regresyon formülleri üretilmiştir.

Elverişli yem üretiminin yıllar ve ortalamalara göre mevsimsel değişimi ile NDVI yansıma değerleri arasındaki Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre her iki yılda da elverişli yem ile NDVI arasında oldukça değişken bir ilişki olduğu görülmüştür. İlk yıl verilerinde otlatma mevsimi başlangıcında önemli ve orta derecede bir ilişki belirlenirken, haziran ve temmuz aylarında herhangi bir ilişki olmadığı görülmüştür. Ağustos ve eylül

aylarını da kapsayan dönemlerde yeniden önemli fakat zayıf bir ilişki ortaya çıkarken otlatma sezonu sonunda herhangi bir ilişki belirlenememiştir.

Çizelge 4.33. Elverişli yem miktarı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları

2017		2018		Ortalama	
Dönem	r	Dönem	r	Dönem	r
I	-0,478**	I	0,140	I	0,085
II	-0,250	II	0,294*	II	0,016
III	-0,046	III	0,377**	III	-0,383**
IV	0,259*	IV	0,395**	IV	0,850**
V	0,350**	V	0,194	V	-0,302**
VI	0,236	VI	0,029	VI	-0,638**
Ortalama	0,560**	Ortalama	-0,405*	Ortalama	-0,031

*: P<0.05, **: P<0.01

Çalışmanın ikinci yılına ait değerler tek başına incelendiğinde ise otlatma sezonu başlangıcında önemli bir ilişki görülmezken Mayıs ayından itibaren Ağustos başlangıcına kadar olan dönemde önemli fakat zayıf bir ilişki tespit edilmiştir. Sonrasında otlatma sezonunun bitimine kadar olan dönemlerde herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

İki yıllık ortalamalara göre ise otlatma mevsimi başlangıcından itibaren Haziran ayının ortalarına kadar herhangi bir ilişki tespit edilemezken, takip eden ilk dönemde önemli fakat zayıf bir ilişki ($r=-0,383$) ortaya çıkmıştır. Elverişli yem miktarı ile NDVI arasındaki bu ilişki Temmuzun ikinci yarısından Ağustos ortalarına kadar olan dönemde güçlü bir seviyeye yükselmiş ($r=0,850$) fakat takip eden döneme denk gelen Eylül ayında yeniden zayıf seviyede ($r=-0,302$) seyretmiştir. Otlatma mevsimi sonunda ise önemli ve güçlü ($r=-0,638$) bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

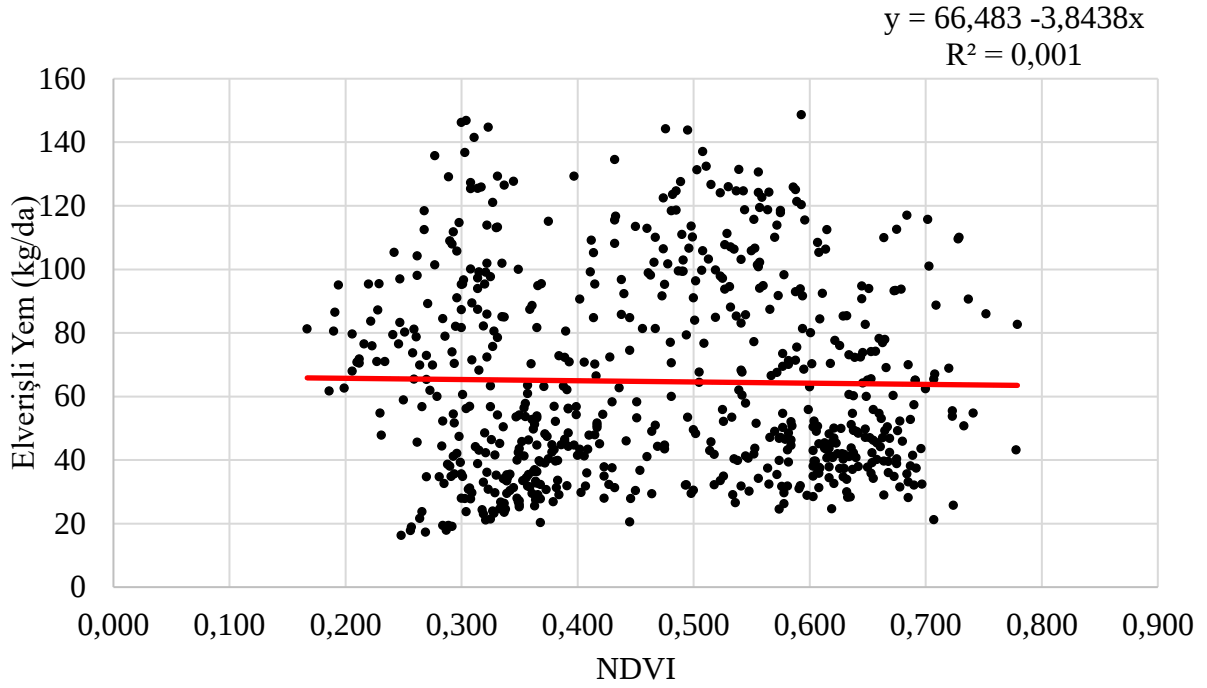
Elverişli yem miktarı ile NDVI arasındaki ilişki, mevsimsel değişimi dikkate almaksızın yıllık ortalamalara göre incelendiğinde ise her iki yılda da ayrı ayrı olmak üzere önemli ve orta derecede bir ilişki olduğu görülürken iki yıllık ortalamalara göre herhangi bir ilişki bulunamamıştır (Çizelge 4.33). Bu durum temelde ilişkinin her iki yılda da farklı yönlerde olmasından kaynaklanmıştır.

İncelenen alandaki elverişli yem miktarının mevsimsel değişimini NDVI indeksi yardımıyla tahmin etmek için yapılan çalışmaların sonuçlarına göre genel ortalamalar dikkate alınarak tahmin yapılmasının isabetli olmayacağı ($r^2=0,001$) görülmektedir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. Elverişli yem miktarı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri

2017			
Dönem	Önem Seviyesi	R^2	Regresyon Formülü
I	$P \leq 0,01$	$R^2=0,228$	$EY = 93,465 - 111,847(NDVI)$
II	$P > 0,05$	$R^2=0,062$	$EY = 75,301 - 50,745(NDVI)$
III	$P > 0,05$	$R^2=0,002$	$EY = 88,253 - 12,660(NDVI)$
IV	$P \leq 0,05$	$R^2=0,067$	$EY = 19,715 + 82,254(NDVI)$
V	$P \leq 0,01$	$R^2=0,122$	$EY = 0,656 + 85,161(NDVI)$
VI	$P > 0,05$	$R^2=0,056$	$EY = 21,516 + 55,543(NDVI)$
<i>Ortalama</i>	$P \leq 0,01$	$R^2=0,313$	$EY = 8,632 + 83,892(NDVI)$
2018			
I	$P > 0,05$	$R^2=0,020$	$EY = 11,036 + 44,767(NDVI)$
II	$P \leq 0,05$	$R^2=0,086$	$EY = 14,562 + 70,136(NDVI)$
III	$P \leq 0,01$	$R^2=0,142$	$EY = 29,954 + 148,575(NDVI)$
IV	$P \leq 0,01$	$R^2=0,156$	$EY = 37,511 + 144,350(NDVI)$
V	$P > 0,05$	$R^2=0,037$	$EY = 64,947 + 133,152(NDVI)$
VI	$P > 0,05$	$R^2=0,001$	$EY = 75,464 + 8,223(NDVI)$
<i>Ortalama</i>	$P \leq 0,01$	$R^2=0,164$	$EY = 122,602 - 86,021(NDVI)$
İki Yıllık Ortalama			
I	$P > 0,05$	$R^2=0,007$	$EY = 31,819 + 8,987(NDVI)$
II	$P > 0,05$	$R^2=0,000$	$EY = 47,672 + 4,667(NDVI)$
III	$P \leq 0,01$	$R^2=0,147$	$EY = 156,931 - 106,772(NDVI)$
IV	$P \leq 0,01$	$R^2=0,722$	$EY = -61,565 + 332,716(NDVI)$
V	$P \leq 0,01$	$R^2=0,091$	$EY = 195,502 - 398,209(NDVI)$
VI	$P \leq 0,01$	$R^2=0,407$	$EY = 117,095 - 173,619(NDVI)$
<i>Genel Ort</i>	$P > 0,05$	$R^2=0,001$	$EY = 66,483 - 3,8438(NDVI)$

Yıllar arasında mevsim seyri birbirinden bağımsız olarak ele alındığında 2017 yılının sadece otlama başlangıcı ($r^2=0,228$) ve eylül ($r^2=0,122$) dönemlerinde NDVI değerlerinin elverişli yem miktarındaki değişimin oldukça küçük bir kısmını açıkladığı görülmektedir (Çizelge 4.34). Çalışmanın ikinci yılında ise ilk yıldan farklı olarak her ne kadar zayıf olsa da haziran ($r^2=0,142$) ve temmuz ($r^2=0,156$) dönemlerinde ilişkinin diğer dönemlere göre daha yüksek olduğu ifade edilebilir.

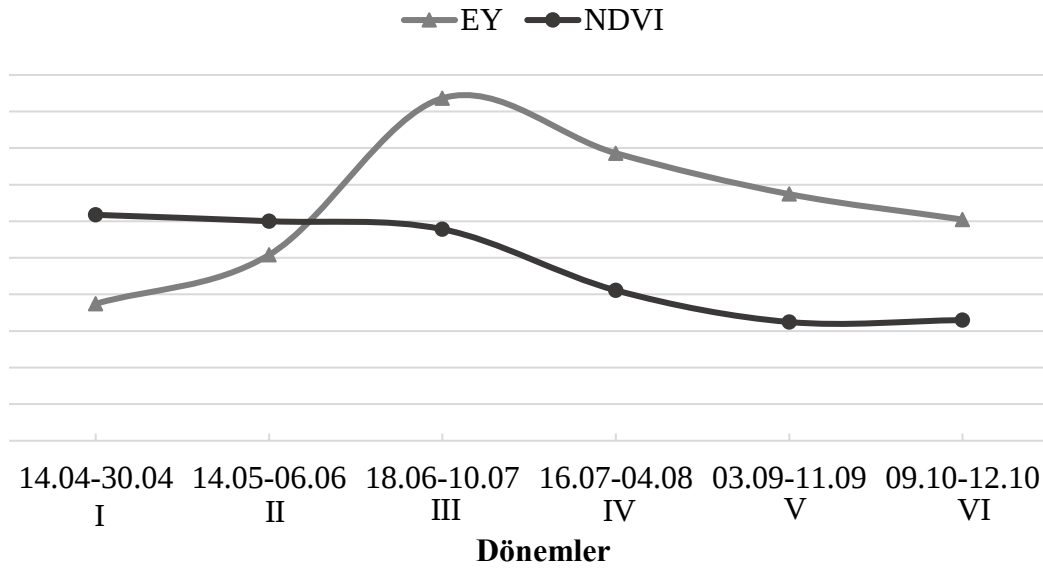


Şekil 4.11. Elverişli yem miktarı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişki grafiği

Çalışmada NDVI ile elverişli yem arasındaki ilişkinin (Şekil 4.11) mevsim boyunca olan değişimi iki yıllık ortalamalara göre incelendiğinde otlatma başlangıcından itibaren haziran ortalarına kadar herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Haziran – temmuz döneminde zayıf bir ilişkinin ortaya çıkmasına bağlı olarak NDVI değerleri ile elverişli yem değişiminin çok düşük oranda ($r^2=0,147$) tahmin edilebileceği belirlenirken, temmuz – ağustos döneminde ilişkinin oldukça güçlü olduğu ve büyük oranda ($r^2=0,722$) tahmin edilebileceği tespit edilmiştir (Çizelge 4.34). Eylül ayında NDVI ile elverişli yem miktarı arasında çok zayıf olan ilişki nedeniyle elverişli yemin bu dönemde NDVI değerleri ile tahmin edilmesi mümkün gözükmemektedir ($r^2=0,091$). Ancak ekim ayında yeniden güçlü bir ilişkinin ortaya çıkması, mevsim sonunda NDVI ile elverişli yem miktarının tahmin edilebilmesine belirli oranda ($r^2=0,407$) imkan sağlamaktadır.

Meralar birçok canlı türünü barındırmanın yanında doğal kaynakların da oluşması ve korunmasında oynadıkları rol nedeniyle ekosistemin çok önemli unsurlarıdır (Xie vd., 2001; Altın vd., 2005; Rissman vd., 2007; Han vd., 2008; Boyd ve Svejcar, 2009). Otlatılmak suretiyle değerlendirilen meraların bitki örtülerinin aşırı ve yanlış otlatılması nedeniyle kaplılıkları azalarak yağışlar tarafından toprakları erozyona uğrayabilmektedir (Simanton vd., 1991; Koç vd., 1994a; Balabanlı vd., 2005). Nitekim dünyada erozyona karşı hassas

alanların büyük oranını meralar oluşturmaktadır (Thurow, 1991; Koç vd., 1994a). Bu durum canlı çeşitliliği ile doğal kaynakları olumsuz şekilde etkilemek suretiyle meraların ekosistemdeki görevlerini yerine getiremeyecek ölçüde zayıflamalarına sebep olabilmektedir (Snyman, 1998; Öztaş vd, 2003). Dolayısıyla otlatmanın belirli yönetim presiplerine göre kontrollü şekilde yapılarak takip edilmesi oldukça önemlidir. Bu konuda birçok araştırmacı tarafından otlatma sonrası kalan anız miktarının takip edilerek otlatma planlamalarının yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Koç ve Gökkuş, 1994; Heady, 1999; Bailey vd., 2001; Molinar vd., 2001; George vd., 2006; Rissman vd., 2007). Çalışmamızda izlenen elverişli yem miktarı da otlatma sonrasında kalan yem miktarını ifade etmekte ve uzaktan algılama ile etkin şekilde takip edilebilmesi durumunda meraların bozulmadan sürdürülebilir şekilde kullanılabileceği muhakkaktır.



Şekil 4.12. Elverişli yem miktarı ve NDVI yansıma değerlerinin mevsimsel değişimi

NDVI indeksi, bitkilerdeki klorofil kaynaklı yeşil renk özelliği üzerinden yansıma değerleri verdiği için klorofil içermeyen canlı/cansız dokular dışında bitkilerin fizyolojik dönemine göre de büyük değişim göstermektedir (Stow vd., 2007; Cabrera-Bosquet vd., 2011; Walker vd., 2012). Ayrıca incelenen mera alanlarında kaplılık oranının % 92,51 gibi yüksek bir değerde olması ve otsu/çalı formda farkı bitki türlerinin bir arada bulunması nedeniyle NDVI indeksinin hesaplandığı kırmızı ve kızılötesi ışınların vejetasyondaki tür bileşimine göre meranın farklı noktalarında farklı oranlarda soğurulması veya yansıtılması bir karmaşaya yol açmaktadır (Thenkabail vd., 2000; Kumar vd., 2001; Mutanga ve

Skidmore, 2004; Cabrera-Bosquet vd., 2011). Bu nedenle Bozdağ meralarında NDVI ile elverişli yem üretiminin yüksek doğrulukta tahmin edilemediğine dikkat çekilebilir (Şekil 4.11). Nitekim bazı araştırmacılar da (Kumar vd., 2001; Mutanga ve Skidmore, 2004; Hogrefe vd., 2017) özellikle Bozdağ meraları gibi kaplılığın yüksek olduğu vejetasyonlarda biyokütle miktarının NDVI ile tahmin edilmesinin oldukça zor ve karmaşık olduğunu belirtmişlerdir.

Her ne kadar yıllık ortalama değerlere göre elverişli yem miktarı ile NDVI arasındaki ilişki 2017 ve 2018 için önemli (sırasıyla $r=0,560$ ve $r=-0,405$) olsa da bu değerler hem orta derecede bir ilişkinin varlığını ifade etmekte hem de yıllık ortalama elverişli yem üretimindeki değişimin küçük bir kısmının (sırasıyla $r^2=0,313$ ve $r^2=0,164$) tahmin edilebilmesine fırsat vermektedir. Dolayısıyla yıllar kombine edilerek elde edilecek değerler üzerinden yoruma gidilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Ancak mevsim boyunca olan ilişkinin seyri incelendiğinde (Şekil 4.12) merada sadece kuru yem periyodunun başladığı ağustos dönemi ile otlatma mevsiminin sonuna denk gelen ekim dönemindeki ilişkinin dikkate alınabilecek büyüklükte olduğu görülmektedir (Çizelge 4.33). Bu dönemde meradaki bitkiler (çalılar hariç) kuru döneme girerek belirgin şekilde yeşil renklerini kaybetmekte ancak çalılar yeşil kaldıkları için NDVI değerleri ile elverişli yem miktarının tahmin edilmesinde sorun yaratabilmektedirler.

Erken dönemlerde otlatma devam ederken merada yeşil yem periyodunda olan bitkiler yüksek NDVI yansıma değeri vermelerine rağmen otlamak suretiyle yeşil organları tüketilerek azalmakta ve bu durum ilişkinin zayıf olmasına sebep olmaktadır. Ayrıca yağış rejimindeki değişimlere daha hızlı tepki veren tek yıllık buğdaygillerin tür bileşeninde yoğun olmasının da NDVI ile elverişli yem miktarı arasındaki ilişkinin zayıflamasına sebep olmakta ve bu nedenle özellikle kurak alanlarda otlatma NDVI ile mera üretimi arasındaki ilişkiyi önemli derecede etkilemektedir (Blanco vd., 2008; Fan vd., 2011). Nitekim tek yıllık buğdaygillerin yoğun olduğu çalışma alanında NDVI görüntüleri ile elverişli yem arasındaki ilişkinin zayıf çıkmasında iklim olaylarındaki değişimin etkili olması muhtemeldir. Benzer şekilde otlatmaya açık alanda düşük çözünürlükteki uydu görüntüleri ile çalışan Kawamura vd. (2005a), Wessels vd. (2006), Kurtz vd. (2010), Chen vd. (2011) ve Xiaoping vd. (2011) gibi araştırmacılar da NDVI ile meranın ürettiği yem arasındaki ilişkinin zayıf olduğuna dikkat çekmişlerdir.

durum kış aylarında biriken yağışa ilave olarak sıcaklıkların da daha erken başladığı 2018 yılında ilkbaharda büyümenin erken başlamasından kaynaklanmıştır. İlerleyen dönemlerde ise iklimin geniş zaman dilimindeki benzerliğine bağlı olarak yansıma değerleri benzer seyretmiştir. Mayıs ayından sonra görülen dalgalanmalarda ise düşen yağışın etkili olması muhtemeldir. Yağışlı dönemlerde henüz yaz sıcaklıkları başlamadığı için bitkiler hızla büyüdüğünden yansıma değerleri de artmıştır. Nitekim bazı çalışmalarda NDVI değeri ile yağış arasında özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda pozitif ve yüksek ilişki bulunurken, sıcaklık ile arasında gelişme döneminin ortalarında ters yönlü ilişki bulunduğu belirtilmiştir (Kawabata vd., 2001; Ichii vd., 2002; Wang vd., 2003; Ding vd., 2007). Bozdağ meralarında da sıcaklığın hızlı şekilde yükseldiği haziran, temmuz ve ağustos aylarında NDVI değerlerinin belirgin şekilde azalışa geçmesi, yukarıdaki kaynaklar ile uyumluluk sergilemektedir.

Genel itibarıyla 10m çözünürlüklü ücretsiz görüntülerden üretilen NDVI yardımıyla yarı-kurak ve otlatmanın devam ettiği meralarda elverişli yem üretiminin mevsimsel değişiminin yüksek doğrulukta tahmin edilemeyeceği, ancak kuru yem döneminde yapılacak tahminlerin doğruluğunun dikkate alınacak değerde olduğu ifade edilebilir. Kuru dönemde meradaki elverişli yem miktarını tahmin etmek için $EY = -61,565 + 332,716(NDVI)$ formülü kullanılabilir. Yeşil yem döneminde de güçlü tahminler yapılabilmesi için yüksek çözünürlüklü görüntüler kullanılarak otlatma seviyesi, iklim verileri ve heterojen yapıda olan meralarda bitkilerin fizyolojik dönemleri de dikkate alınarak modeller oluşturulmasına ihtiyaç vardır.

4.9.2. Ham protein oranı ile NDVI ilişkisi

Elverişli yemdeki ham protein oranına ait mevsimsel değişimin tahmin edilebilirliğini belirlemek amacıyla kullanılan Sentinel 2A uydu görüntülerinden elde edilen NDVI değerleri ile yersel örneklerde belirlenen ham protein oranı arasındaki ilişkiyi belirlemek için yapılan Pearson korelasyon analizinden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.35'te sunulmuştur. Elverişli yem örneklerinin ham protein oranı ile NDVI yansımaları arasındaki ilişki dönemler bazında daha güçlü sonuç verdiği için her döneme ait verilere ayrı ayrı korelasyon analizi uygulanmış ve ilişkiyi tarif eden regresyon formülleri de regresyon analizi sonucunda aynı yöntem ile dönemlik olarak üretilmiştir.

Çizelge 4.35. Ham protein oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları

2017		2018		Ortalama	
Dönem	r	Dönem	r	Dönem	r
I	0,158	I	-0,222	I	0,065
II	-0,140	II	-0,130	II	-0,018
III	-0,118	III	0,179	III	-0,441**
IV	-0,140	IV	0,051	IV	0,286**
V	-0,369**	V	0,108	V	-0,192*
VI	-0,442**	VI	0,113	VI	-0,109
Ortalama	0,680**	Ortalama	0,818**	Ortalama	0,753**

*, P<0.05, **, P<0.01

Elverişli yemdeki ham protein oranının 2017, 2018 ve iki yıllık ortalamalara göre mevsimsel değişimi ile NDVI yansıma değerleri arasındaki Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre yıllar içindeki dönemler birbirinden bağımsız olarak değerlendirildiğinde genel itibariyle çok önemli bir ilişki olmadığını söylemek mümkündür. Çalışmanın ilk yılında elde edilen verilere göre otlatma mevsimi başlangıcından itibaren sonbahara kadar herhangi bir ilişki görülmemiştir. Eylül ayında zayıf bir şekilde ortaya çıkan ilişki ($r=-0,369$), otlatma mevsimi sonuna denk gelen ekim ayında bir miktar yükseliş göstermesine rağmen ($r=-0,422$) güçlü seviyeye ulaşamamıştır (Çizelge 4.35). İkinci yılda ise mevsim boyunca ham protein oranı ile NDVI yansıma değerleri arasında bir ilişki görülemedi.

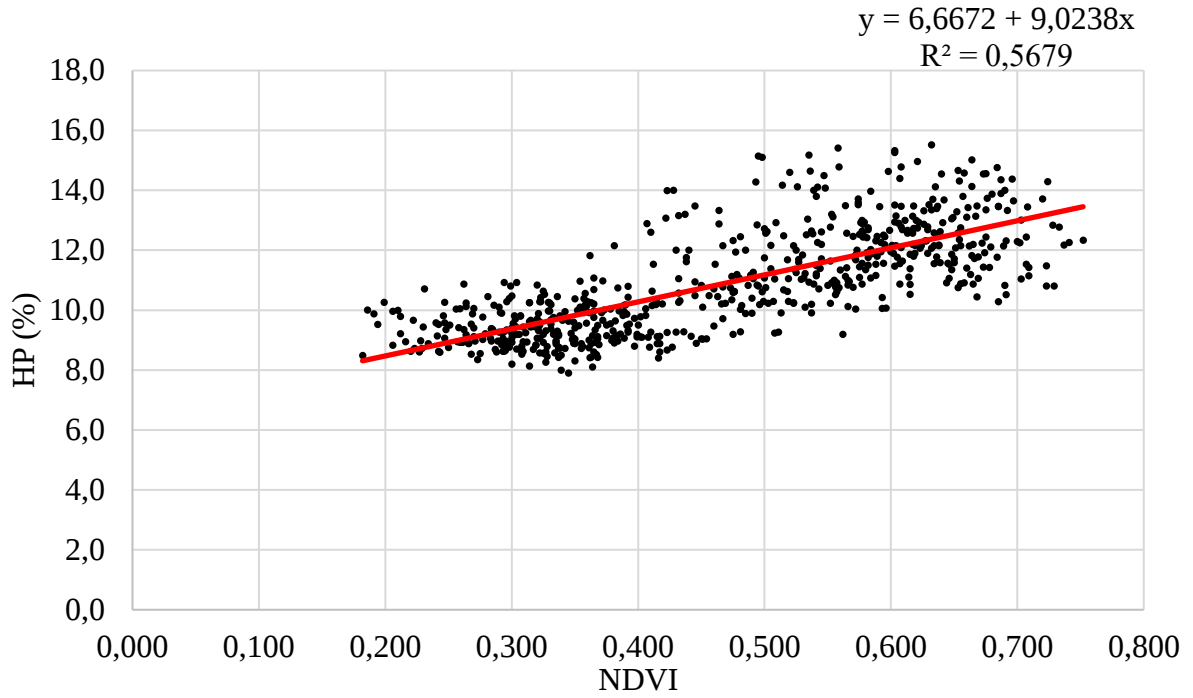
İki yılın ortalama verilerine göre ham protein oranının NDVI yansımaları ile ilişkisi incelendiğinde mevsim başlangıcından haziran ayına kadar geçen süreçte herhangi bir ilişki olmadığı görülmüştür. Bu tarihten itibaren başlayan yaz mevsimi boyunca haziran – temmuz döneminde orta seviyede bir ilişki görülürken temmuz – ağustos döneminde bu ilişki zayıflasa da kendini göstermiştir (Çizelge 4.35). Sonbahar başlangıcı olan eylül ayında ilişki bir miktar daha zayıflasa da halen mevcut olup ekim ayında ortadan kalkmış ve herhangi bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Ham protein oranı ile NDVI arasındaki ilişki yıllık ortalamalara göre incelendiğinde her iki yıl için de güçlü bir ilişki olduğunu söylemek mümkün olup bu ilişkinin genel ortalama bazında da güçlü olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.36. Ham protein oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri

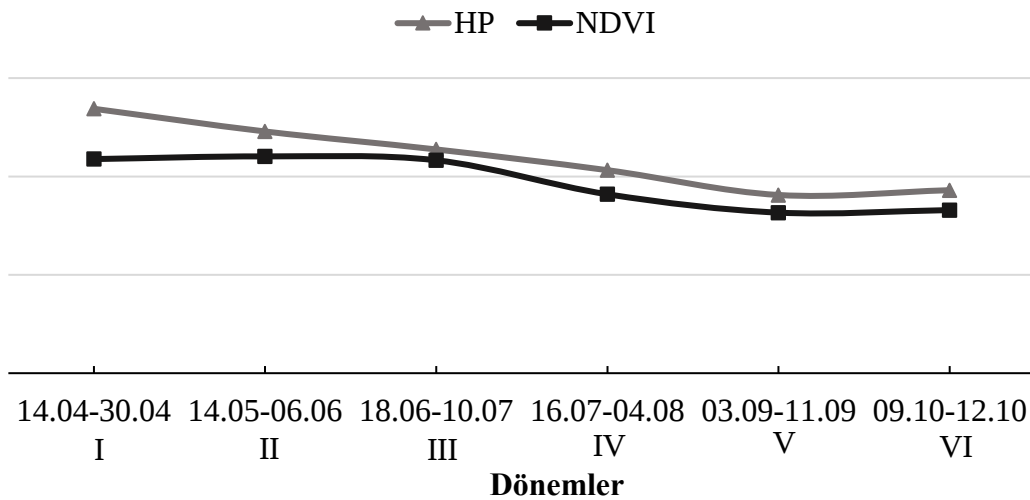
2017			
Dönem	Önem Seviyesi	R ²	Regresyon Formülü
I	P>0,05	R ² =0,025	HP = 12,079 + 2,371(NDVI)
II	P>0,05	R ² =0,019	HP = 14,441 – 3,156(NDVI)
III	P>0,05	R ² =0,014	HP = 12,650 – 1,178(NDVI)
IV	P>0,05	R ² =0,019	HP = 10,732 – 1,876(NDVI)
V	P≤0,01	R ² =0,136	HP = 10,506 – 4,853(NDVI)
VI	P≤0,01	R ² =0,195	HP = 11,242 – 5,006(NDVI)
<i>Ortalama</i>	<i>P≤0,01</i>	<i>R²=0,462</i>	<i>HP = 6,847 + 8,640(NDVI)</i>
2018			
I	P>0,05	R ² =0,049	HP = 17,283 – 5,785(NDVI)
II	P>0,05	R ² =0,017	HP = 13,136 – 1,817(NDVI)
III	P>0,05	R ² =0,032	HP = 9,731 + 2,207(NDVI)
IV	P>0,05	R ² =0,003	HP = 10,277 + 0,595(NDVI)
V	P>0,05	R ² =0,012	HP = 8,518 + 2,110(NDVI)
VI	P>0,05	R ² =0,013	HP = 9,038 + 1,043(NDVI)
<i>Ortalama</i>	<i>P≤0,01</i>	<i>R²=0,655</i>	<i>HP = 6,594 + 9,203(NDVI)</i>
İki Yıllık Ortalama			
I	P>0,05	R ² =0,004	HP = 12,958 + 0,818(NDVI)
II	P>0,05	R ² =0,001	HP = 12,491 – 0,341(NDVI)
III	P≤0,01	R ² =0,194	HP = 8,915 + 4,220(NDVI)
IV	P≤0,01	R ² =0,082	HP = 9,462 + 2,090(NDVI)
V	P≤0,05	R ² =0,037	HP = 9,999 – 2,976(NDVI)
VI	P>0,05	R ² =0,012	HP = 9,517 – 0,654(NDVI)
<i>Genel Ort</i>	<i>P≤0,01</i>	<i>R²=0,567</i>	<i>HP = 6,667 + 9,023(NDVI)</i>

Araştırmadan elde edilen verilere uygulanan korelasyon ve regresyon analizlerine göre yıllar içerisinde dönemler birbirinden bağımsız olarak incelendiğinde sadece 2017 yılının eylül ve ekim aylarında sırasıyla $r=-0,369$ ve $r=-0,442$ olmak üzere oldukça zayıf bir NDVI – ham protein oranı ilişkisinin olduğu ve ilgili dönemlerde ham protein oranındaki değişimin çok küçük bir kısmının (sırasıyla $r^2=0,136$ ve $r^2=0,195$) NDVI ile açıklanabildiği görülmüştür (Çizelge 4.36).



Şekil 4.14. Elverişli yemin HP oranı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişki grafiği

Yıllık ortalamalara göre ilişki incelendiğinde her iki yılda da güçlü bir doğrusal ilişki olduğu ve ham protein oranındaki değişimin kayda değer kısmının NDVI ile açıklanabileceği (2017 ve 2018 için sırasıyla $r^2=0,462$ $r^2=0,655$) görülmüştür. Bu durum genel ortalamalar ile yapılan analizlerde de değişmemiş ve ilişkinin hem güçlü olduğu hem de değişimin NDVI ile önemli derecede açıklanabildiği ($r^2=0,567$) ortaya konulmuştur (Çizelge 4.36).



Şekil 4.15. HP oranı ve NDVI yansıma değerlerinin mevsimsel değişimi

Merada otlatmanın devam ettiği süreçte takip edilmesi gereken en önemli özelliklerden birisi merada üretilen otun ham protein oranıdır. Çünkü mevsim ilerledikçe bitkilerde olgunlukla birlikte değişen ham protein oranına bağlı olarak otlayan hayvanların kuru madde ile sindirilebilir enerji tüketim miktarları değişmekte ve bu değişim hayvansal üretimi etkilemektedir (Sutton vd., 1994; Gizachew ve Smit, 2012; Creech vd., 2016). Bu nedenle ham protein oranındaki düşüşe bağlı olarak yapılan ek yemleme planlamalarının başarılı olmasında otun ham protein içeriğinin etkin şekilde izlenebilmesi kritik öneme sahiptir. Nitekim iklime de bağlı olarak bazı yılların yaz kuru döneminde otun ham protein oranı kritik değer olarak kabul edilen % 7'nin (Buxton, 1996; Gizachew ve Smit, 2012), dahi altına inebilmektedir (Koç vd., 2014; Rad vd., 2015; Reyes vd., 2016). Böyle durumlarda hayvansal üretimde üretkenliğin devamı amacıyla mevcut durum hızlı şekilde tespit edilerek uygun ek yemleme planlarının devreye sokulması gerekir. Dolayısıyla yemin ham protein oranının uzaktan algılama ile takip edilebilmesi durumunda kritik dönemler için etkin planlamalar yapılabilmesi mümkün olacaktır.

Bitkilerde mevsim ilerledikçe olgunlaşmanın ilerlemesine bağlı olarak ham protein oranı azalmaktadır. Bitkilerde ham protein kaynağı olan azotun bitki rengini doğrudan etkilemesi nedeniyle (Kawamura vd., 2005b; Hughes vd., 2014) NDVI yansıma değerlerinin de değişmesi kaçınılmazdır. Nitekim çalışmamızda da mevsim ilerledikçe eylül ayına kadar ham protein oranı azalırken NDVI değerindeki azalışın yalnızca yaz mevsiminde ortaya çıktığı ve sonbaharda ise bu iki değer birbirleri ile uyumlu şekilde hafif bir artış sergiledikleri görülmektedir (Şekil 4.15). Bu durum, özellikle yaz mevsiminde iki özelliğin birbirleri ile önemli ilişki vermesine neden olmuştur (Çizelge 4.35).

Bitkilerde klorofil gibi fotosentetik pigmentler tarafından kırmızı ışıkların emilerek mezofil dokularından yakın kızıl ötesi ışınların yansıtılması nedeniyle fotosentetik aktivitesi yüksek olan ve sağlıklı kabul edilen bitkilerde NDVI değeri +1'e yaklaşmaktadır (Pettorelli vd., 2011; Garroue vd., 2016). Her ne kadar NDVI indeksinin bitki örtüsünün üretkenliği ve fenolojisi hakkında bilgi verebildiği birçok araştırmacı tarafından belirtilse de (Starks vd., 2006; Albayrak, 2008; Ünal vd., 2014; Hogrefe vd., 2017) özellikle çalılar gibi odunsu türlerin otsu türlerle iç içe olduğu bitki örtülerinde ve arka plan toprak renginin yansıma değerlerini bozduğu durumlarda doğru bilgiler verememektedir (Huete ve Tucker, 1991; Kawamura vd., 2005b; Hamel vd., 2009). Ayrıca topoğrafyanın eğimli olduğu alanlarda

görüntüleme açısı, albedo ve güneşin yükseklik açısının da değişiklik göstermesine bağlı olarak NDVI değeri normalden daha düşük çıkabilmektedir (Matsushita vd., 2007; Garroue vd., 2016). Nitekim hem topografik yapısının oldukça değişken olması hem de yoğun çalı popülasyonuna sahip olması nedeniyle Bozdağ meralarında NDVI ile HP arasında dönemler bazında güçlü bir ilişki bulunamamıştır. Alınan örneklerin ham protein oranındaki mevsimsel değişim, çalı türlerinin yansıma değerlerinde karmaşaya sebep olması nedeniyle NDVI değerlerine yansımamış, ilişkinin önemli bulunduğu dönemlerde de ancak zayıf bir ilişki oluşmasına sebep olmuştur. Ancak iki yıllık ortalamalar dikkate alınarak yapılan analiz sonucunda $HP = 6,667 + 9,023(NDVI)$ regresyon formülü ile yıl içerisindeki değişimin % 50'den fazlasının tahmin edilebildiği ortaya konulmuştur (Şekil 4.14). Yine de hem dönemler bazında tahmin kapasitesini artırabilmek hem de değişimin daha yüksek oranda açıklanabilir olmasını sağlamak amacıyla iklim, bitki örtüsündeki odunsu türlerin yansıma değerleri ve otlama durumlarını da dikkate alarak modeller oluşturulması amacıyla ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

4.9.3. NDF oranı ile NDVI ilişkisi

Elverişli yemin NDF oranına ait mevsimsel değişimin tahmin edilebilirliğini belirlemek amacıyla Sentinel 2A uydu görüntülerinden türetilen NDVI değerleri ile yersel tekniklerle elde edilen NDF oranına ait verilere Pearson korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4.37'de sunulmuştur. Bu iki özellik arasındaki dönemlik ilişkinin belirlenmesi amacıyla her döneme ait ortalamalar arasında korelasyon analizi uygulanmış ve regresyon analizi yardımıyla ilişkiyi tarif eden regresyon formülleri üretilmiştir.

Çizelge 4.37. NDF oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları

2017		2018		Ortalama	
Dönem	r	Dönem	r	Dönem	r
I	0,292	I	0,417**	I	0,270*
II	0,108	II	0,189	II	0,196
III	0,371**	III	0,428**	III	0,346**
IV	0,400**	IV	0,113	IV	-0,511**
V	0,170	V	0,447**	V	0,512**
VI	0,352**	VI	0,386**	VI	0,542**
Ortalama	0,452**	Ortalama	0,379**	Ortalama	0,188**

*, P<0.05, **, P<0.01

Elverişli yemin NDF oranı ile NDVI değerleri arasındaki Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre her iki yılda da farklı dönemlerde ilişkinin ortaya çıktığı görülmüştür. Araştırmanın ilk yılında mevsim başlangıcından itibaren temmuz ayına kadar herhangi önemli bir ilişki tespit edilememiştir. Temmuz ve ağustos aylarında sırasıyla $r=0,371$ ve $r=0,400$ katsayıları ile önemli şekilde ortaya çıkan ilişki, sonbahar mevsiminin başlangıcında yeniden kaybolmuş ancak mevsim sonuna doğru ekim ayı ile birlikte yeniden önemli seviyeye ($r=0,352$, $P \leq 0,01$) yükselmiştir (Çizelge 4.37).

İkinci yılda NDF oranı ile NDVI arasındaki ilişkinin ilk yıla göre daha dalgalı bir seyir izlediği görülmüştür. Mevsim başlangıcı olan 2018 yılı nisan ayında NDF ile NDVI arasında önemli ve orta seviyede ($r=0,417$) olan ilişki, mayıs ayında kaybolmuştur. Yaz mevsiminin başlangıcıyla haziran ayında yeniden önemli seviyelere yükselen ($r=0,428$) ilişki takip eden dönemde tekrar kaybolarak sonbahar başlangıcına kadar önemsiz seviyede seyretmiştir. Sonbaharın başlaması ile birlikte eylül ayında önemli ve orta derecede ($r=0,447$) olan ilişki, ekim ayında gücünü bir miktar kaybetmiş olsa da ($r=0,386$) önemli seviyede seyretmiştir (Çizelge 4.37).

İki yıllık ortalama veriler yardımıyla ilişkinin mevsimsel seyri incelendiğinde NDF ile NDVI arasında mevsim başlangıcında zayıf seviyede ($r=0,270$) olan ilişkinin takip eden ilkbahar sonu – yaz başlangıcı döneminde kaybolduğu görülmüştür. Sonrasında temmuz ayı ile birlikte zayıf şekilde ($r=0,346$) yeniden ortaya çıkan ilişki, mevsim sonuna kadar seyrini güçlenerek devam ettirmiş ve yaz sonu, eylül, ekim dönemlerinde sırasıyla $r=-0,511$, $r=0,512$ ve $r=0,542$ seviyelerine yükselerek mevsim sonunda en güçlü seviyesine ulaşmıştır (Çizelge 4.37).

Çalışma sonucunda elde edilen yıllık ortalama veriler dikkate alınarak ilişki incelendiğinde her iki yılda da önemli seviyede bir ilişki olduğu görülmektedir (Çizelge 4.37). İlk yıl ortalamalarına göre NDF ile NDVI arasında orta seviyede ($r=0,452$) bir ilişki bulunurken ikinci yılda ilişkinin gücü bir miktar azalarak $r=0,379$ değerini vermiştir. Genel ortalama ise ilişki mevcut olmasına karşın oldukça zayıf ($r=0,188$) bulunmuştur (Çizelge 4.37).

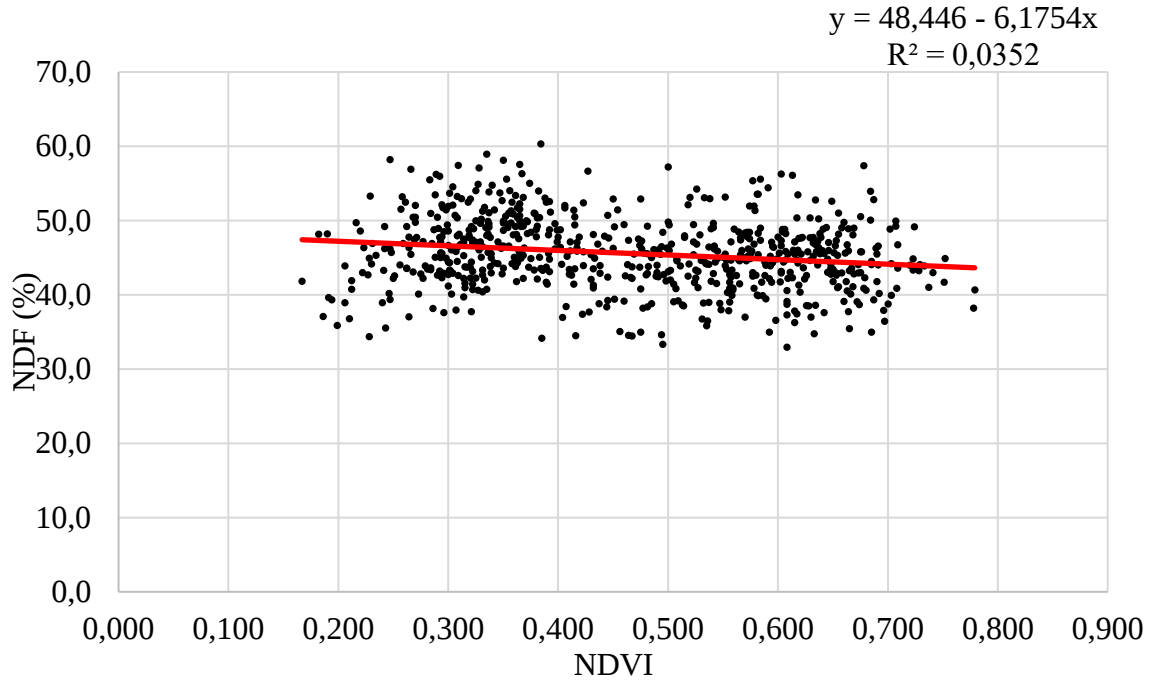
Çizelge 4.38. NDF oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri

2017			
Dönem	Önem Seviyesi	R ²	Regresyon Formülü
I	P>0,05	R ² =0,085	NDF = 29,814 + 26,419(NDVI)
II	P>0,05	R ² =0,012	NDF = 42,184 + 6,483(NDVI)
III	P≤0,01	R ² =0,136	NDF = 35,213 + 13,609(NDVI)
IV	P≤0,01	R ² =0,154	NDF = 41,039 + 25,349(NDVI)
V	P>0,05	R ² =0,029	NDF = 42,702 + 23,461(NDVI)
VI	P≤0,01	R ² =0,120	NDF = 35,569 + 29,438(NDVI)
Ortalama	P≤0,01	R ² =0,205	NDF = 53,328 – 13,324(NDVI)
2018			
I	P≤0,01	R ² =0,174	NDF = 14,054 + 44,191(NDVI)
II	P>0,05	R ² =0,036	NDF = 37,676 + 22,535(NDVI)
III	P≤0,01	R ² =0,177	NDF = 31,148 + 24,600(NDVI)
IV	P>0,05	R ² =0,013	NDF = 42,231 + 4,371(NDVI)
V	P≤0,01	R ² =0,201	NDF = 24,275 + 62,478(NDVI)
VI	P≤0,01	R ² =0,151	NDF = 35,284 + 30,400(NDVI)
Ortalama	P≤0,01	R ² =0,144	NDF = 38,624 + 12,689(NDVI)
İki Yıllık Ortalama			
I	P≤0,05	R ² =0,073	NDF = 34,414 + 15,278(NDVI)
II	P>0,05	R ² =0,038	NDF = 36,568 + 20,332(NDVI)
III	P≤0,01	R ² =0,120	NDF = 36,665 + 12,670(NDVI)
IV	P≤0,01	R ² =0,262	NDF = 56,060 – 21,937(NDVI)
V	P≤0,01	R ² =0,263	NDF = 19,213 + 86,111(NDVI)
VI	P≤0,01	R ² =0,293	NDF = 35,587 + 28,998(NDVI)
Genel Ort	P≤0,01	R ² =0,035	NDF = 48,446 – 6,175(NDVI)

Çalışmada elde edilen verilere uygulanan korelasyon ve regresyon analizi sonucunda 2017 yılının temmuz, ağustos ve ekim aylarında NDF oranı ile NDVI arasındaki ilişkinin önemli fakat zayıf olduğu görülürken bu dönemlerde NDVI verileri ile değişimin çok küçük bir kısmının (sırasıyla $r^2=0,136$, $r^2=0,154$ ve $r^2=0,120$) açıklanabildiği görülmektedir (Çizelge 4.38). Araştırmadaki ikinci yıl verilerine göre ise mayıs ve temmuz dönemi hariç mevsimin tüm dönemlerinde önemli bir ilişki bulunurken bu ilişki yine zayıf seviyede kaldığı ve NDF oranındaki değişimin küçük bir kısmının NDVI verileri ile açıklanabildiği tespit edilmiştir.

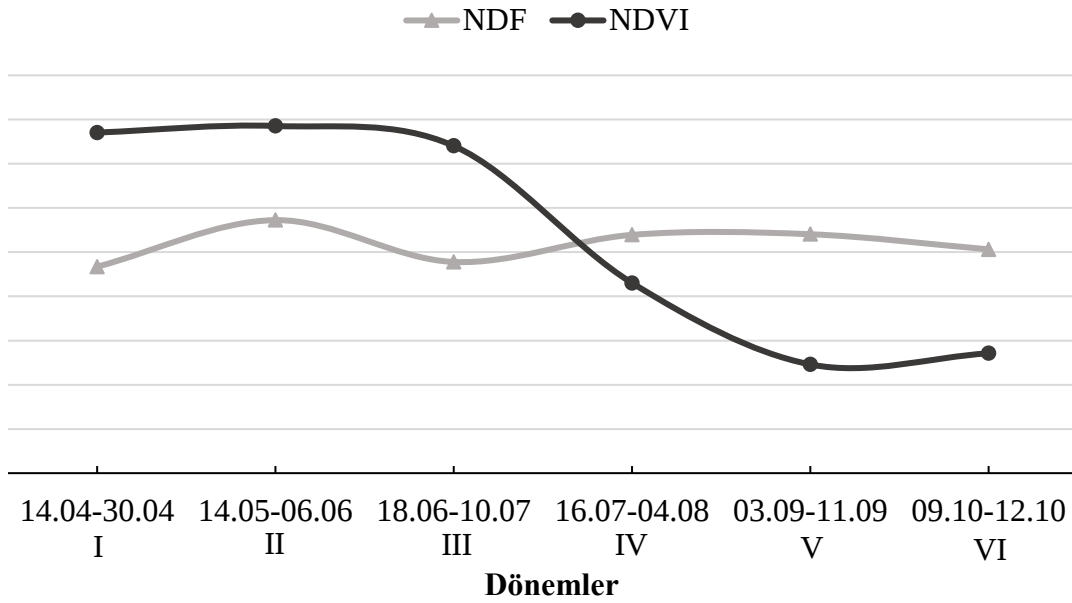
İki yıllık ortalama verilere göre NDF oranındaki değişimin açıklanabilirliğinin daha yüksek olduğunu ifade etmek mümkün olsa da r^2 değerleri 0,1 ile 0,3 arasında seyretmiş ve bu durum NDVI ile NDF oranındaki değişimin dönemlik ortalamalar yardımıyla dikkate alınacak güçte tahmin edilemediğini ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4.38). Aynı durum, yıllık

ortalamalar için de geçerli olup 2017 ve 2018 yıllarında önemli bir ilişki olmasına rağmen NDF oranındaki yıllık değişimin NDVI ile tahmin edilebilirliği zayıf (sırasıyla $r^2=0,205$ ve $r^2=0,144$) seviyede bulunmuştur. Genel ortalamada önemli fakat zayıf olan ilişki nedeniyle tahmin edilebilirlik oldukça düşük seviyede ($r^2=0,035$) kalmıştır (Çizelge 4.38).



Şekil 4.16. Elverişli yemin NDF oranı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişkisi grafiği

Mera alanlarında otlanan otun NDF oranı, ruminantların sindirim sistemlerindeki mikroorganizmaların faaliyetlerini ve gelişimini etkilemek suretiyle tüketilen otun yararlılığına ve dolayısıyla hayvansal üretime etki edebilmektedir (Van Soest vd., 1991; Liu vd., 2013; Yoder vd., 2013). Otlanan yemdeki ham protein ve NDF miktarının belirli bir oranda seyretmesi gerektiği ve bu oranlardaki günlük değişimlerin dahi verimliliği etkilediği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Yoder vd., 2013; Ren vd., 2015; Serrano vd., 2018). Dolayısıyla merada üretilen otun NDF oranının izlenmesi mera hayvancılığında verimliliğin takibi açısından oldukça önemlidir.



Şekil 4.17. NDF oranı ve NDVI değerlerinin mevsimsel değişimi

Bitkilerde olgunluk artışına bağlı lignifikasyon ile doğru orantılı şekilde artış gösteren NDF oranı, sezon boyunca iklim faktörlerinden önemli ölçüde etkilenmektedir (Ball vd., 2001; Starks vd., 2006; Erkovan vd., 2009; Balabanlı vd., 2010). Çalışmada Bozdağ meralarının ürettiği elverişli yemin NDF oranına ait mevsimsel değişimin iklimin bitki örtüsü üzerindeki etkisine bağlı olarak dalgalı bir seyir izlediği görülmüştür (Şekil 4.17). NDF oranındaki değişimlerin bitkilerin spektral değerlerine önemli ölçüde yansıdığı bazı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Starks vd., 2004; Albayrak, 2008). Ancak fotosentetik olmayan ölü veya odunsu dokuların yoğun olarak bulunduğu bitki örtülerinde NDVI yansıma değerleri azaldığı için bu durum geçerliliğini kaybetmektedir (Mirik vd., 2005a; Zhao vd., 2007). Nitekim odunsu çalı türlerinin yaygın olduğu çalışma alanından (Çizelge 4.1) alınan elverişli yem örneklerinin NDF oranlarındaki mevsimsel değişim, NDVI değerlerine güçlü bir şekilde yansımamıştır (Şekil 4.16). Her ne kadar ortalama değerlere göre otlatma mevsimi içinde yaz aylarının başlangıcından mevsim sonuna kadar önemli bir doğrusal ilişki tespit edilse de bu ilişki NDF oranlarındaki değişimin küçük bir kısmını açıklayabilecek güçte ($0,1 \leq r^2 \leq 0,3$) olmuştur (Çizelge 4.38).

Meralarda NDF oranının yansıma değerlerine göre doğrusal bir ilişki içerisinde daha yüksek oranda tahmin edilebilmesi için daha dar bant aralıkları kullanılarak oluşturulacak yeni vejetasyon indislerine ihtiyaç duyulmakta veya NDVI ile NDF arasındaki ilişkinin

doğrusal olmayan modeller oluşturarak açıklanması gerekmekte olup bu konuda yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

4.9.4. ADF oranı ile NDVI ilişkisi

Çalışmada elverişli yemin ADF oranına ait mevsimsel değişiminin tahmin edilmesinde kullanılan Sentinel 2A uydusuna ait NDVI yansıma değerleri ile yersel veriler arasındaki ilişkiyi belirlemek için verilere Pearson korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçları Çizelge 4.39’da sunulmuştur. Bu iki özellik arasında dönemli ilişkilerin daha güçlü sonuç vermesi nedeniyle her döneme ait ortalama verilere ayrı korelasyon analizi uygulanmış ve regresyon analizi ile ilişkiyi tarif eden regresyon formülleri üretilmiştir.

Çizelge 4.39. ADF oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları

2017		2018		Ortalama	
Dönem	r	Dönem	r	Dönem	r
I	-0,028	I	0,304*	I	-0,224*
II	-0,159	II	-0,080	II	-0,312**
III	-0,073	III	0,215	III	-0,300**
IV	0,128	IV	0,027	IV	-0,609**
V	0,315*	V	0,242	V	0,412**
VI	0,434**	VI	0,203	VI	0,711**
Ortalama	-0,763**	Ortalama	-0,502**	Ortalama	-0,637**

*, P<0.05, **, P<0.01

Denemenin ilk yılında mevsim boyunca alınan elverişli yem örneklerinin ADF oranı ile çalışma alanına ait Sentinel 2A uydu görüntülerinden türetilen NDVI verileri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre araştırmanın ilk yılında sonbahar mevsimi hariç hiçbir dönemde ilişki olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.39). Eylül ayında zayıf olan ilişki ($r=0,315$), ekim ayında biraz daha ($r=0,434$) yükselmiştir.

İkinci yıl verileri dönemler bazında incelendiğinde mevsim başlangıcı olan nisan ayında zayıf bir ilişki görülürken ($r=0,304$) mevsimin kalan sürecinde ADF oranı ile NDVI arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır (Çizelge 4.39).

İki yıllık verilerin ortalamalarına göre her dönemdeki ilişki incelendiğinde ise mevsim boyunca önemli ve bazı dönemler güçlü seviyelere yükselen bir ilişki olduğu görülmüştür. Buna göre otlatma mevsimi başlangıcında her ne kadar önemli de olsa ($P \leq 0,05$) zayıf bir ilişki ($r = -0,224$) bulunmuştur. Takip eden süreçte temmuz ortalarına kadar ilişki zayıf şekilde devam etmiş (ilkbahar sonu $r = -0,312$ ve yaz başlangıcı $r = -0,300$) ve temmuz ayının ikinci yarısından itibaren güçlü bir seviyeye ($r = -0,609$) çıkmıştır (Çizelge 4.39). Sonbahar mevsiminde de ilişki devam etmiş ve eylül ayında $r = 0,412$ ile makul seviyede iken ekim ayında güçlenerek $r = 0,711$ seviyesine yükselmiştir.

Çizelge 4.40. ADF oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri

2017			
Dönem	Önem Seviyesi	R ²	Regresyon Formülü
I	$P > 0,05$	$R^2 = 0,001$	$ADF = 34,694 - 1,372(NDVI)$
II	$P > 0,05$	$R^2 = 0,025$	$ADF = 35,003 - 8,202(NDVI)$
III	$P > 0,05$	$R^2 = 0,005$	$ADF = 28,683 - 2,092(NDVI)$
IV	$P > 0,05$	$R^2 = 0,016$	$ADF = 34,373 + 6,965(NDVI)$
V	$P \leq 0,05$	$R^2 = 0,099$	$ADF = 35,855 + 27,554(NDVI)$
VI	$P \leq 0,01$	$R^2 = 0,189$	$ADF = 31,716 + 31,041(NDVI)$
Ortalama	$P \leq 0,01$	$R^2 = 0,582$	$ADF = 54,622 - 39,310(NDVI)$
2018			
I	$P \leq 0,05$	$R^2 = 0,092$	$ADF = 19,920 + 18,423(NDVI)$
II	$P > 0,05$	$R^2 = 0,006$	$ADF = 40,235 - 5,157(NDVI)$
III	$P > 0,05$	$R^2 = 0,046$	$ADF = 23,794 + 11,325(NDVI)$
IV	$P > 0,05$	$R^2 = 0,001$	$ADF = 31,420 + 0,593(NDVI)$
V	$P > 0,05$	$R^2 = 0,058$	$ADF = 31,723 + 19,027(NDVI)$
VI	$P > 0,05$	$R^2 = 0,041$	$ADF = 36,812 + 8,896(NDVI)$
Ortalama	$P \leq 0,01$	$R^2 = 0,252$	$ADF = 41,555 - 15,294(NDVI)$
İki Yıllık Ortalama			
I	$P \leq 0,05$	$R^2 = 0,050$	$ADF = 37,012 - 7,321(NDVI)$
II	$P \leq 0,01$	$R^2 = 0,097$	$ADF = 50,764 - 29,636(NDVI)$
III	$P \leq 0,01$	$R^2 = 0,090$	$ADF = 33,613 - 8,823(NDVI)$
IV	$P \leq 0,01$	$R^2 = 0,370$	$ADF = 43,578 - 22,376(NDVI)$
V	$P \leq 0,01$	$R^2 = 0,169$	$ADF = 23,677 + 55,511(NDVI)$
VI	$P \leq 0,01$	$R^2 = 0,506$	$ADF = 30,272 + 33,648(NDVI)$
Genel Ort	$P \leq 0,01$	$R^2 = 0,405$	$ADF = 47,506 - 26,203(NDVI)$

Elde edilen veriler yıllık ortalamalar bazında incelendiğinde 2017 yılında ADF oranı ile NDVI arasında güçlü bir ilişki ($r = -0,763$) belirlenmiş olup 2018 yılındaki ilişkinin makul seviyede ($r = -0,502$) olduğu görülmüştür. Ayrıca genel ortalamalar dikkate alınarak

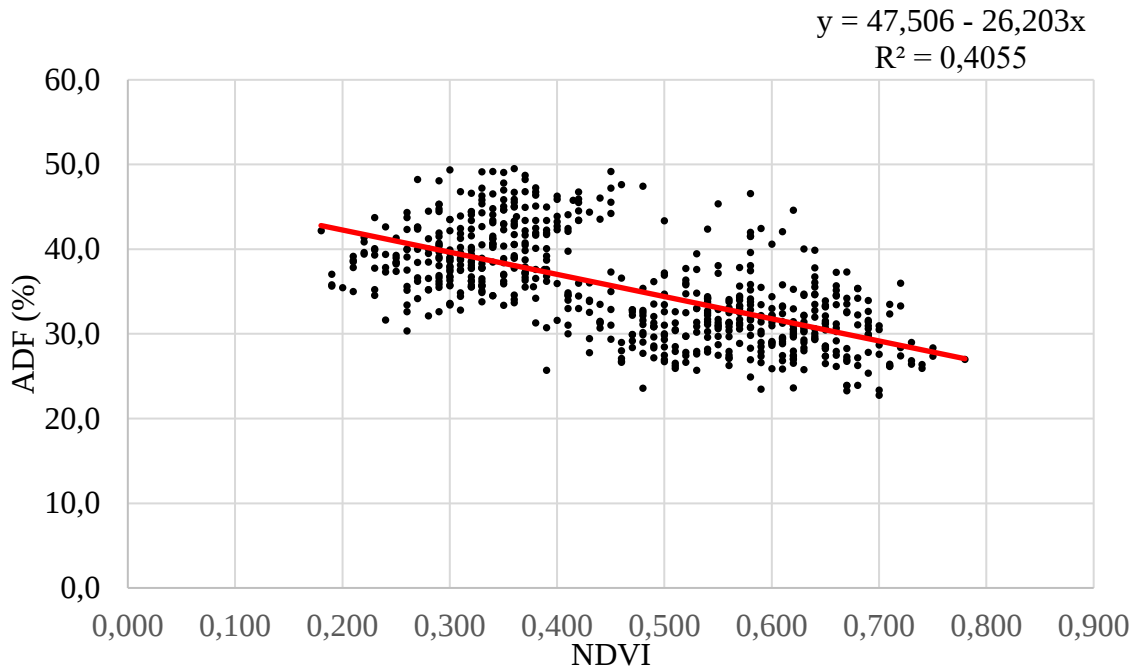
değerlendirildiğine de ADF ile NDVI arasında önemli ve güçlü ($r=-0,637$, $P\leq 0,01$) bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.39).

Elverişli yemin ADF oranı ile NDVI verileri arasında uygulanan korelasyon ve regresyon analizi sonucuna göre çalışmanın ilk yılında mevsimin son dönemlerinde önemli bir ilişki görülmüş olup eylül ayındaki değişimin çok küçük bir kısmının ($r^2=0,099$) NDVI ile tahmin edilebildiği belirlenirken ADF oranının tahmin edilebilirliğinin ekim ayında her ne kadar artış gösterse de oldukça düşük seviyede ($r^2=0,189$) kaldığı görülmüştür (Çizelge 4.40). İkinci yılda ise sadece mevsim başlangıcı olan nisan ayında zayıf bir ilişki tespit edilmiş ve bu dönemde ADF oranındaki değişimin küçük bir kısmının ($r^2=0,092$) tahmin edilebildiği belirlenmiştir.

İki yıllık ortalamalara göre ADF oranı ile NDVI oranı arasındaki ilişkinin mevsim boyunca önemli olduğu görülürken dönemler ilerledikçe genel olarak tahmin gücünün artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.40). NDVI ile ADF oranının mevsim başlangıcından itibaren yaz mevsimi ortalarına kadar düşük derecede ($0,050 \leq r^2 \leq 0,097$) tahmin edilebildiği görülürken, temmuz ayının ikinci yarısından itibaren tahmin edilebilirliğin yükseldiği ($r^2=0,370$) belirlenmiştir. Sonbahar başlangıcı olan eylül ayında her ne kadar bir önceki döneme göre tahmin gücünde bir miktar azalış olsa da ($r^2=0,169$) takip eden ekim ayında oldukça yükselerek ($r^2=0,506$) ADF oranındaki değişimin yarısından fazlasını açıklayabilecek güce ulaşmıştır (Çizelge 4.40).

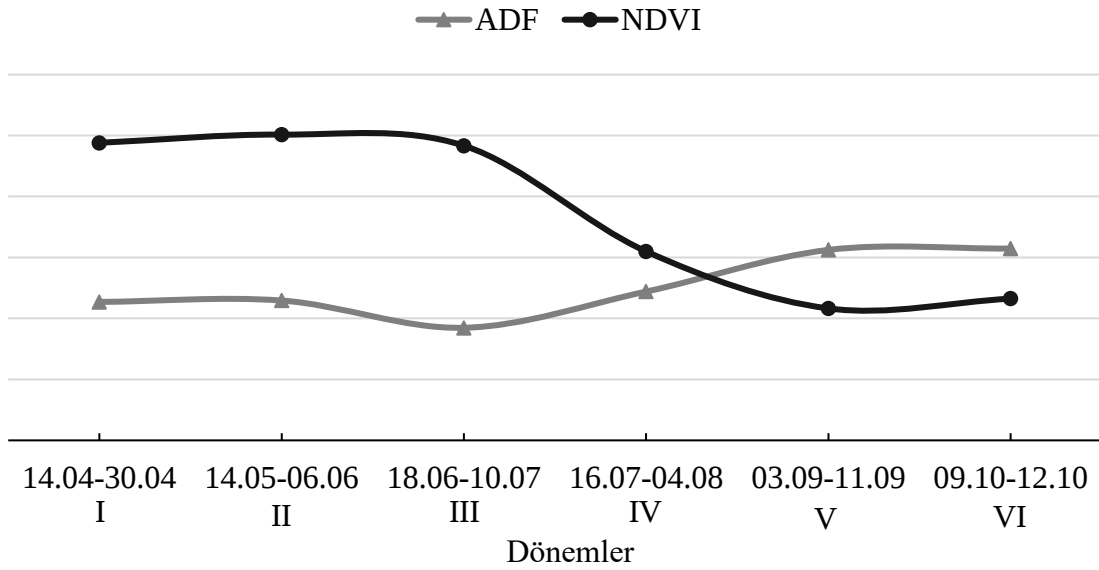
Yıllık ortalamalar dikkate alınarak ADF oranının NDVI ile tahmin edilebilirliği incelendiğinde 2017 yılında oldukça güçlü şekilde tahmin edilebildiği ($r^2=0,582$) belirlenirken, 2018 yılında tahmin gücünün zayıfladığı ($r^2=0,252$) görülmüştür.

İki yıllık çalışmadan elde edilen verilerin ortalaması değerlendirildiğinde ADF oranındaki değişimin NDVI ile yüksek olmasa da dikkate alınabilecek seviyede tahmin edilebileceği ($r^2=0,405$) görülmüştür (Çizelge 4.40).



Şekil 4.18. Elverişli yemin ADF oranı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişki grafiği

Lignin, kütin ve silika gibi bileşiklerden meydana gelen ve rumende sindirime uğramayan yapısal karbonhidratların oranını ifade eden ADF oranının sindirilebilirlik ile ters orantılı olmasından dolayı (Buxton, 1996; Collins ve Fritz, 2003) meralarda üretilen otun kalitesi bakımından düşük olması arzulanmaktadır (Arzani vd., 2006; Henkin vd., 2007; Ganskopp ve Bohnert, 2009). Ancak bitkilerde olgunluğa bağlı olarak artış göstermekte ve dolayısıyla mera bitki örtülerinde mevsim ilerledikçe olgunluğu artan bitki örtüsünün sindirilebilirliği de azalış göstermektedir (Henkin vd., 2007; Erkovan vd., 2009; Kuchenmeister vd., 2013). Her ne kadar mera bitki örtülerinde mevsim ilerledikçe ADF oranının artış göstermesi beklense de, bitki örtülerinin gelişme seyri çoğunlukla iklim faktörlerine bağımlı olduğu için özellikle çok yıllık bitkilerde iklim koşullarının elverişli seyretmesi durumunda ADF oranının mevsimsel seyri beklenenin dışında bir azalış veya hızlı bir artış gösterebilmektedir (Abebe vd., 2012; Teka vd., 2012; Mayouf ve Arbouche, 2015). Dolayısıyla otlatılarak değerlendirilen bitki örtüsünün sindirilebilirliği hakkında bilgi elde ederek özellikle olumsuz durumların ortaya çıkması halinde zaman kaybetmeden ek yemleme veya gıda takviyesi gibi gerekli müdahalelerin yapılması önem arz etmektedir. Bu sebeple meralarda üretilen otun ADF oranının hızlı ve etkin şekilde takip edilmesi oldukça önemli olup bu konuda uzaktan algılama yöntemlerinin kullanılması gerektiği birçok araştırmacı tarafından da öne sürülmüştür (Starks vd., 2004; Starks vd., 2005; Guo vd., 2010; Knox vd., 2011; Singh vd., 2017).



Şekil 4.19. ADF oranı ve NDVI değerlerinin mevsimsel değişimi

Çalışmada ele alınan mera alanında elverişli yemin ADF oranı ile NDVI değerlerinin mevsimsel seyirleri birlikte incelendiğinde sonbahar mevsimi dışındaki tüm dönemlerde negatif bir ilişki olduğu görülmektedir (Şekil 4.19). Bitkiler özellikle yağış bakımından elverişli koşullarda yeni sürgün gibi genç dokular üretme eğilimi göstermekte ve bu genç dokular düşük ADF oranına sahip olmakta iken kuraklık koşullarında da sap oranındaki artışa bağlı olarak ADF oranı artmaktadır (Buxton, 1996; Collins ve Fritz, 2003). Çalışma alanına ait iklim verilerine göre özellikle ilkbahar sonu yaz başlangıcı döneminde etkili miktarlarda yağış düşmesi (Çizelge 3.2) nedeniye genç doku üretimine bağlı olarak III. dönemde ADF oranı azalırken özellikle yaprak/sap oranındaki artışa bağlı olarak NDVI değerleri artış göstermiştir (Şekil 4.19). Takip eden süreçte yaz kuru periyodunun başlaması ile birlikte (Şekil 4.10) bitkilerde kuraklık nedeniyle yapraklar azalmış ve sindirilebilirliği daha düşük olan sap oranı artmıştır. Bu durum, bitkilerin yansıma değerlerine de etki etmek suretiyle NDVI değerlerinde azalmaya sebep olurken, bu iki faktör arasında önemli ve dönem dönem güçlü ilişkilerin ortaya çıkmasında etkili olmuştur (Çizelge 4.40). Dolayısıyla yüksek oranlarda tahmin gücüne sahip olmasa da NDVI değerleri ile meralarda üretilen otun ADF oranları hakkında yorum yapılabilceği düşünülmektedir (Şekil 4.18). Çalışmada ADF oranına ait tahmin gücünün çoğunlukla düşük kalmasında bodur çalı formundaki türlerin (Gevenler) bitki örtüsünde yaygın olarak bulunmasının (Çizelge 4.1) etkili olması muhtemeldir. Çünkü odunsu dokular fotosentetik aksamalara sahip olmamaları nedeniyle

bitki örtüsünün yansımaya değerlerinde karmaşaya neden olmakta ve otlanan otsu türlerin NDVI yansımaya değerleri yüksek olsa dahi odunsu dokularla iç içe olmaları nedeniyle elde edilen yansımaya değerleri otsu bitki örtüsünün özelliklerini yansıtamamaktadır (Molele vd., 2001; Holm vd., 2003; Brinkmann vd., 2011). Nitekim çalışmadan elde edilen iki yıllık verilere göre ADF oranındaki değişimin $ADF = 47,666 - 26,371(NDVI)$ regresyon formülü ile % 40'a yakın kısmının NDVI ile açıklanabileceği ve hatta bazı yıllarda bu oranın % 50'nin üzerine çıkabildiği görülmüştür (Çizelge 4.40). Yine de daha etkin tahminlerin yapılabilmesi amacıyla çalışmaların birkaç yıldan fazla süreyle devam ettirilmesi gerektiği ve özellikle odunsu türlerin de yaygın olduğu meralarda farklı vejetasyon indislerinin geliştirilmesinin faydalı olabileceğini belirtmek isabetli olacaktır.

4.9.5. Sindirilebilir kuru madde (SKM) oranı ile NDVI ilişkisi

Araştırmada ele alınan mera alanının ürettiği elverişli yemin SKM oranına ait mevsimsel değişimin tahmin edilebilmesi amacıyla Sentinel 2A uydu görüntülerinden üretilen NDVI değerleri kullanılmıştır. Bu amaçla NDVI değerleri ile SKM oranı verilerine Pearson korelasyon analizi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.41'de verilmiştir. Sindirilebilir kuru madde oranı ile NDVI arasındaki ilişki dönemler bazında daha güçlü sonuç vermesi nedeniyle her döneme ait verilere birbirinden farklı olarak korelasyon analizi uygulanmış ve yine dönemlik verilere uygulanan regresyon analizi ile ilişkiyi tarif eden regresyon formülleri üretilmiştir.

Çizelge 4.41. SKM oranı ile NDVI yansımaya değerleri arasındaki ilişkiye ait Pearson korelasyon katsayıları

2017		2018		Ortalama	
Dönem	r	Dönem	r	Dönem	r
I	-0,115	I	-0,304*	I	0,224*
II	0,160	II	0,173	II	0,309**
III	0,172	III	-0,158	III	0,361**
IV	-0,128	IV	0,089	IV	0,619**
V	-0,315*	V	-0,242	V	-0,404**
VI	-0,434**	VI	-0,203	VI	-0,663**
Ortalama	0,756**	Ortalama	0,459**	Ortalama	0,647**

*: P<0.05, **: P<0.01

Araştırma alanına ait elverişli yem örneklerinin SKM oranı ile Sentinel 2A uydu görüntülerinden elde edilen NDVI değerleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre araştırmanın ilk yılında sonbahar mevsimi hariç hiçbir dönemde ilişki olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.41). Eylül ayında zayıf olan ilişki ($r=-0,315$), ekim ayında orta seviyeye ($r=-0,434$) yükselmiştir.

İkinci yıl verilerine göre ise nisan ayında zayıf bir ilişki görülürken ($r=-0,304$) mevsimin kalan sürecinde SKM oranı ile NDVI arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.42. SKM oranı ile NDVI yansıma değerleri arasındaki ilişkiye ait regresyon katsayıları ve formülleri

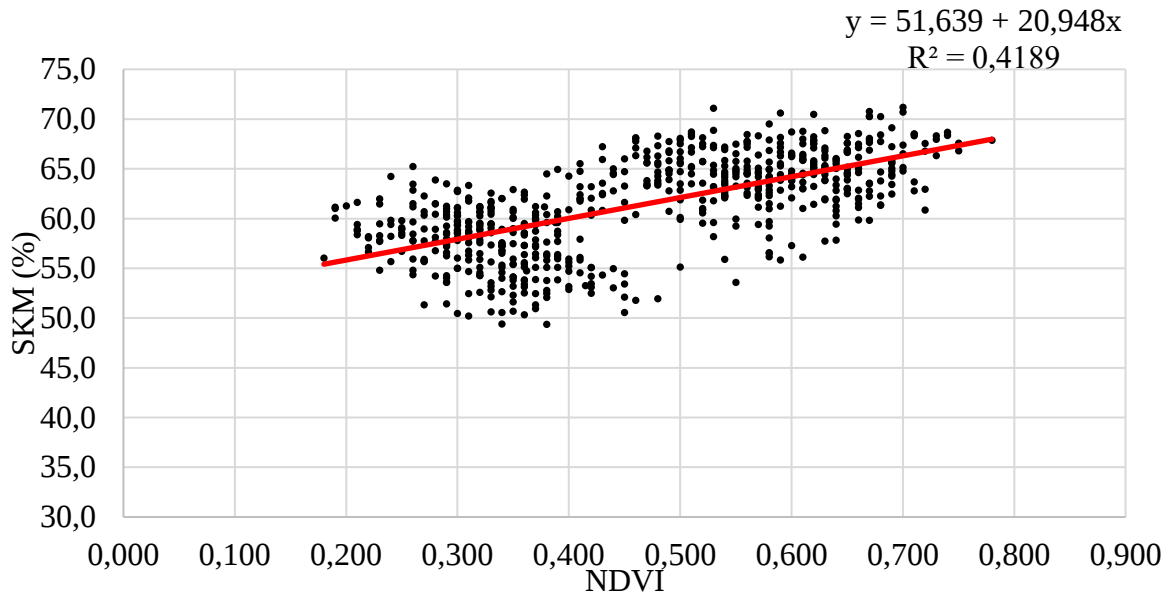
2017			
Dönem	Önem Seviyesi	R ²	Regresyon Formülü
I	P>0,05	R ² =0,013	SKM = 64,684 – 4,323(NDVI)
II	P>0,05	R ² =0,025	SKM = 61,632 + 6,390(NDVI)
III	P>0,05	R ² =0,029	SKM = 64,690 + 4,002(NDVI)
IV	P>0,05	R ² =0,016	SKM = 62,122 – 5,424(NDVI)
V	P≤0,05	R ² =0,099	SKM = 60,967 – 21,460(NDVI)
VI	P≤0,01	R ² =0,189	SKM = 64,192 – 24,179(NDVI)
Ortalama	P≤0,01	R ² =0,571	SKM = 46,437 + 30,471(NDVI)
2018			
I	P≤0,05	R ² =0,092	SKM = 73,389 – 14,361(NDVI)
II	P>0,05	R ² =0,030	SKM = 51,664 + 13,753(NDVI)
III	P>0,05	R ² =0,025	SKM = 69,294 – 6,847(NDVI)
IV	P>0,05	R ² =0,008	SKM = 62,828 + 2,952(NDVI)
V	P>0,05	R ² =0,058	SKM = 64,192 – 14,837(NDVI)
VI	P>0,05	R ² =0,041	SKM = 60,222 – 6,924(NDVI)
Ortalama	P≤0,01	R ² =0,211	SKM = 56,707 + 11,268(NDVI)
İki Yıllık Ortalama			
I	P≤0,05	R ² =0,050	SKM = 60,068 + 5,703(NDVI)
II	P≤0,01	R ² =0,095	SKM = 49,083 + 23,523(NDVI)
III	P≤0,01	R ² =0,130	SKM = 61,790 + 8,331(NDVI)
IV	P≤0,01	R ² =0,383	SKM = 54,626 + 18,361(NDVI)
V	P≤0,01	R ² =0,163	SKM = 70,015 – 41,938(NDVI)
VI	P≤0,01	R ² =0,440	SKM = 64,368 – 23,646(NDVI)
Genel Ort	P≤0,01	R ² =0,418	SKM = 51,916 + 20,096(NDVI)

İki yıllık ortalamalara göre ise mevsim boyunca SKM oranı ile NDVI arasında önemli bir ilişki bulunmuştur. Otlatma mevsimi başlangıcında önemli ($P\leq 0,05$) fakat zayıf ($r=0,224$) şekilde ortaya çıkan ilişki ilkbahar sonu ve yaz başlangıcında da önemli şekilde

($P \leq 0,01$) devam etmiş ve sırasıyla $r=0,309$ ve $r=0,361$ değerleri ile zayıf bir ilişki göstermiştir. Yaz mevsimi sonlarına doğru orta seviyelere yükselen ($r=0,619$) ilişki, eylül ayında her ne kadar bir miktar düşüş gösterse de ($r=-0,404$) ekim ayına denk gelen otlatma mevsimi sonunda yeniden orta seviyede ($r=-0,663$) olmuştur (Çizelge 4.41).

Yıllık ortalamalara göre çalışmanın ilk yılında SKM oranı ile NDVI arasındaki ilişki güçlü seviyede ($r=0,756$) olurken ikinci yılda orta seviyelere ($r=0,459$) inmiştir. Genel ortalamalar dikkate alınarak yapılan değerlendirme sonucunda SKM oranı ile NDVI arasında önemli ve orta seviyede bir ilişki ($r=0,647$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.41).

Ele alınan mera alanında üretilen elverişli yemin SKM oranı ile NDVI verileri arasında uygulanan korelasyon ve regresyon analizi sonucuna göre çalışmanın ilk yılında yalnızca sonbahar mevsiminde önemli bir ilişki görülmüş ancak hem eylül ($r^2=0,099$) hem de ekim ($r^2=0,189$) aylarında SKM oranındaki değişimin küçük bir kısmının NDVI ile açıklanabileceği tespit edilmiştir (Çizelge 4.42).

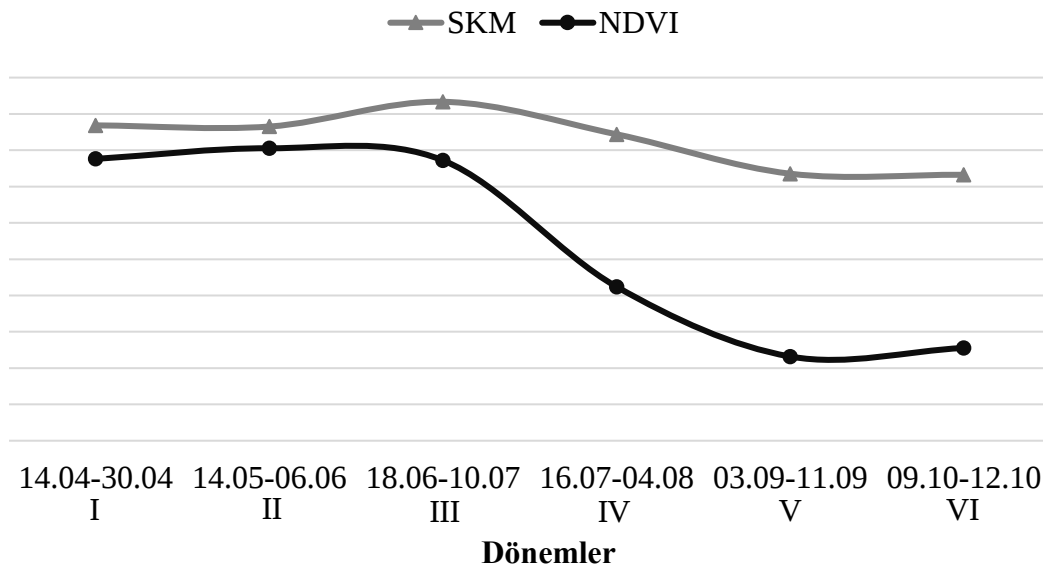


Şekil 4.20. Elverişli yemin SKM oranı ile NDVI arasındaki doğrusal ilişki grafiği

İkinci yılda ise yalnızca nisan ayında önemli olan ilişki doğrultusunda yapılan regresyon analizi ile mevsim başlangıcı olan nisan ayındaki değişimin oldukça küçük kısmının ($r^2=0,092$) NDVI ile açıklanabileceği belirlenmiştir. İki yıllık veriler birlikte

değerlendirilmek suretiyle her dönem içerisindeki ilişki incelendiğinde ilişkinin mevsim boyunca önemli olduğu ancak tahmin gücünün dönemlere göre farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.42). Buna göre ilkbahar boyunca SKM oranındaki değişimin NDVI ile az bir kısmının ($0,050 \leq r^2 \leq 0,095$) açıklanabildiği görülürken yaz mevsiminin ilk ve ikinci yarısında tahmin gücünün artarak devam ettiği (sırasıyla $r^2=0,130$ ve $r^2=0,383$) belirlenmiştir. Eylül ayı ile birlikte gelen sonbahar mevsiminin başlarında tahmin gücünün azaldığı ($r^2=0,163$) görülürken ekim ayına denk gelen otlatma mevsiminin sonlarına doğru tahmin gücünün orta seviyelere yükseldiği ($r^2=0,440$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.42).

Yıllara ait ortalama değerler üzerinden yapılan değerlendirme sonucunda 2017 yılında SKM oranı ile NDVI arasında güçlü bir ilişki ($r^2=0,571$) bulunurken 2018 yılında tahmin gücünün zayıfladığı ($r^2=0,211$) görülmüştür. Genel ortalamalara göre ise SKM oranındaki değişimin NDVI ile yüksek olmasa da dikkate alınabilecek seviyede tahmin edilebileceği ($r^2=0,418$) görülmüştür (Çizelge 4.42).



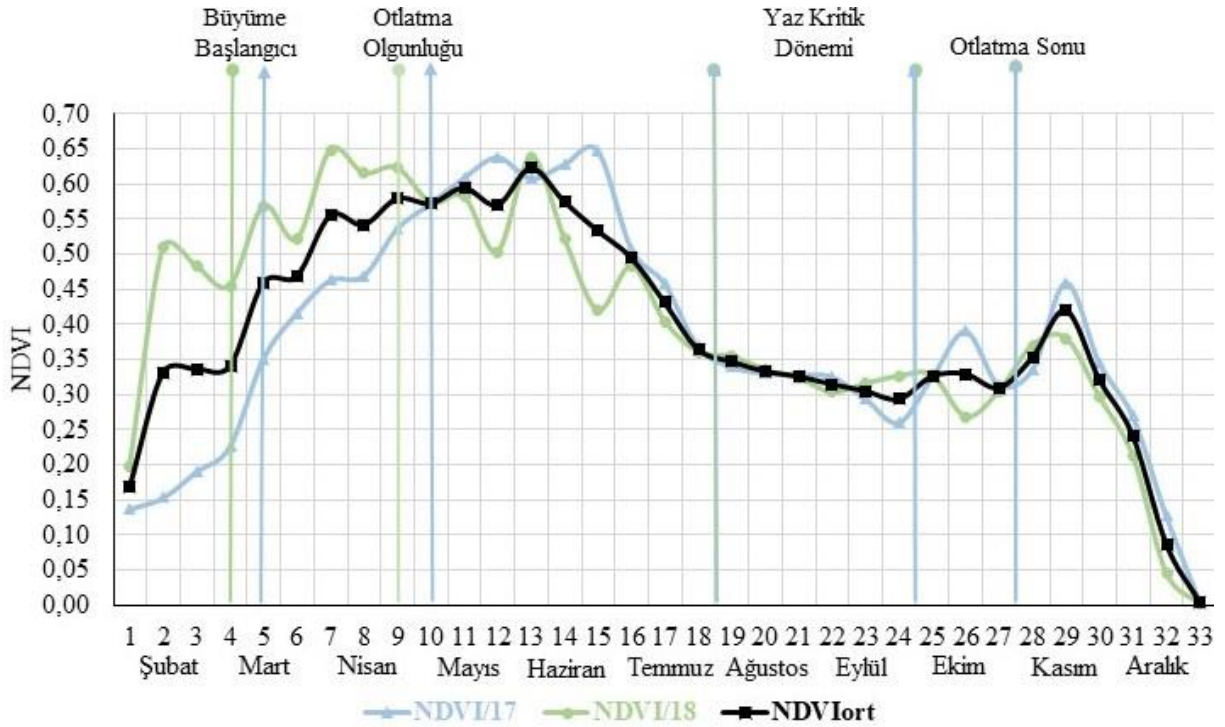
Şekil 4.21. Çalışma alanına ait SKM oranı ve NDVI değerlerinin mevsimsel seyri

Sindirilebilir kuru madde oranı merada üretilen otun sindirilebilir enerji miktarı ile ruminantların ot tüketimlerini etkilemekte ve mevsim ilerledikçe bitkilerde olgunlaşma artışına bağlı olarak azalma eğilimi göstermektedir (Rittenhouse vd., 1971; Hanley vd., 1992; Ramirez vd., 2001; Mountousis vd., 2008). Ayrıca sıcaklık ve yağış gibi iklim faktörlerinden de önemli ölçüde etkilenmekte olup genel bir ifade ile 1°C'lik sıcaklık artışı

ile serin iklim türlerinde sindirilebilir kuru madde oranı ortalama % 0,5 civarında azalmaktadır (Buxton, 1996). Nitekim çalışma alanında da SKM oranının mevsim boyunca seyri incelendiğinde yaz mevsiminin ortalarına kadar artış gösterdikten sonra sıcaklıkların artmasına bağlı olarak olgunlaşmanın da etkisiyle hızlı bir düşüşe geçtiği (Şekil 4.22) ve sıcaklık başta olmak üzere iklimin SKM oranında belirleyici rol oynadığını ifade etmek mümkündür. NDVI değerleri ise doğrudan fotosentetik dokuların değişimine bağlı olarak yaz ortalarına kadar hafif şekilde artarken yaz kuru döneminde SKM oranına göre daha hızlı bir azalış göstermiş ve sonbahar yağışlarının başladığı dönemde de yine hafif bir artış göstermiştir (Şekil 4.22). İki özelliğin vejetasyon periyodundaki değişiminin bu benzerliği aralarında mevsim boyunca önemli bir ilişkinin çıkmasına (Çizelge 4.41) sebep olmuş, ancak tahmin gücü değerlerinde yüksek sonuçlar alınamamıştır (Çizelge 4.42). Her ne kadar yapılan bazı çalışmalarda mera bitki örtüsünün SKM değerlerinin yansıma değerleri ile yüksek doğrulukla tahmin edilebildiği belirtilmiş olsa da (Starks vd., 2008; Pullanagari vd., 2012), bahsi geçen çalışmalar az sayıda ve otsu yapıda türler ile tesis edilmiş suni meralarda yürütülmüş olup Bozdağ meraları gibi tür bileşenindeki sayının fazla olduğu ve odunsu türlerin de yer yer baskınlık gösterdiği (Çizelge 4.1) meralarda mevcut vejetasyon indisleri ile yüksek tahmin gücü elde etmek mümkün olmamaktadır (Mirik vd., 2005a; Zhao vd., 2007; Garroue vd., 2016). Bu sebeple yapılacak çalışmalarla benzer alanlarda daha güçlü tahmin verebilecek vejetasyon indislerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.

4.9.6. Otlatma takvimi ile NDVI ilişkisi

Otlatma takviminin NDVI görüntüleri ile belirlenebilirliğini ortaya koymak amacıyla çalışma alanında yapılan yersel gözlemlerle belirlenen otlatma takvimi ile Sentinel 2A uydusunun çalışma alanına ait görüntülerinden türetilen NDVI yansıma değerlerinin 11 aylık değişim grafiği karşılaştırılarak oluşturulan Şekil 4.22 üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Ocak ayında bulutluluk nedeniyle hiçbir tarihte Sentinel 2A tarafından çalışma alanına ait görüntü alınamadığı için 11 aylık değerler kullanılmıştır.



Şekil 4.22. Çalışma alanına ait NDVI yansıma değerlerinin yıl içerisindeki seyri ve mera yönetimi açısından önemli tarihler

Araştırmanın yürütüldüğü ilk yılda NDVI değerleri şubat ayından itibaren hafif şekilde yükselmeye başlamış ve yaklaşık 0,35 değerine rastlayan tarihte bitkilerin büyümeye başladığı kaydedilmiştir. Bitkilerin büyüme döneminde NDVI değerlerinin de hızla arttığı görülmüş ve 0,55 NDVI değerini geçtikten sonra bitki örtüsünün otlatma olgunluğuna ulaştığı belirlenmiştir. Otlatma olgunluğundan itibaren haziran sonuna kadar NDVI değerlerindeki artış devam ederek haziran sonunda en yüksek değere (0,65) ulaşmış ve ardından hızla düşüşe geçerek yaz kritik döneminin başlamasıyla 0,35'in altına inmiştir. Sonbaharda NDVI değerinin yeniden yükselmeye başladığı tarihte yaz kritik periyodu sona ermiştir. Kasım ayının ilk haftasında da yüzeysel donlara bağlı olarak otlatmaya son verme zamanı kaydedilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında ise şubat ayı ile birlikte hızla yükselen NDVI değerinin 0,45'i kalıcı olarak geçtiği tarihte bitkilerin büyümeye başladığı görülmüştür. Sonrasında dalgalı seyir izlemeye devam ederek artış eğilimi gösteren NDVI değeri 9. dönemde 0,60'ın üzerinde otlatma olgunluğuna ulaştığında bitki örtüsünün otlatma olgunluğuna ulaştığı kaydedilmiştir. Bir süre daha yakın değerlerde seyrettikten sonra hızla azalışa geçerek azalışın durduğu noktada NDVI değeri 0,35 iken yaz kritik döneminin başladığı ve sonbaharda NDVI değerinin yeniden yükselişe geçtiği tarihte yaz kritik

döneminin son bulduğu görülmüştür. Yine ikinci yılda da yüzeysel donlara göre kasım ayının ilk haftası otlatmaya son verme zamanı olarak belirlenmiştir (Şekil 4.22).

Çizelge 4.43. Çalışma alanına ait yıl içerisindeki dönemlerde NDVI yansıma değerleri

Aylar	Dönemler	NDVI	Aylar	Dönemler	NDVI
Şubat	1	0,168	Ağustos	19 (Yaz kritik dönemi)	0,347
	2	0,331		20 (Yaz kritik dönemi)	0,333
	3	0,336		21 (Yaz kritik dönemi)	0,326
Mart	4	0,341	Eylül	22 (Yaz kritik dönemi)	0,314
	5 (Büyüme başlangıcı)	0,460		23 (Yaz kritik dönemi)	0,305
	6 (Bahar kritik dönemi)	0,469		24 (Yaz kritik dönemi)	0,293
Nisan	7 (Bahar kritik dönemi)	0,555	Ekim	25	0,326
	8 (Bahar kritik dönemi)	0,542		26	0,329
	9 (Bahar kritik dönemi)	0,580		27	0,309
Mayıs	10 (Otlatma olgunluğu)	0,573	Kasım	28 (Otlatma sonu)	0,353
	11	0,595		29	0,420
	12	0,571		30	0,321
Haziran	13	0,623	Aralık	31	0,241
	14	0,575		32	0,086
	15	0,534		33	0,003
Temmuz	16	0,495	Ocak ayında veri alınamamıştır		
	17	0,431			
	18	0,364			

Araştırmada elde edilen iki yıllık verilerin ortalamalarına göre NDVI değerinin hızla yükselişe geçtiği dönemde yaklaşık 0,40 ile 0,45 arasında seyrettiği tarihte bitkilerin büyümeye başladığı, sonrasında yansıma değerlerindeki artış hızının yavaşladığı dönemde 0,55'in üzerine çıktığı tarihte de otlatma olgunluğuna ulaşıldığı görülmüştür (Şekil 4.22). Otlatma olgunluğundan itibaren merada yoğun olarak bulunan türlerin çiçeklenme tarihine kadar NDVI değerlerinde hafif dalgalanmalar olsa da artış eğilimi olduğu görülmektedir (Şekil 4.22). Bu eğilim haziran başlangıcını ifade eden 13 numaralı döneme kadar devam etmiş ancak sonrasında hızla azalışa geçmiştir. NDVI değerlerindeki bu hızlı azalış 18 numaralı dönem olan temmuz sonuna kadar devam ederek bu tarihten itibaren hafif azalış şekline dönüşmüştür. Yaz kritik dönemi başlangıcına denk gelen bu tarihte NDVI yansıma

değerinin 0,35 olduğu ve azalmaya devam ettiği görülmüştür (Çizelge 4.43). Eylül sonunda yağışların etkisiyle yeniden uyanan bitki örtüsünün NDVI yansıma değerleri de artışa geçmiş ve eylül sonu olan 24 numaralı bu dönemden itibaren yaz kritik periyodu sona ermiştir. Otlatmaya son verme tarihinden sonra ise NDVI değerlerinin bir süre daha arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.22).

Mera yönetim planlamalarının yapılabilmesi için kritik öneme sahip olan tarihlerin belirlenmesi konusunda birçok araştırmacı tarafından farklı önerilerde bulunulmuştur (Bakır, 1987; Koç, 1995; Koç ve Gökkuş, 1995; Frank vd., 1993; Perryman vd., 2005; Babalık ve Sönmez, 2009; Altın vd., 2011b; Bailey ve Brown, 2011). Ancak bu yöntemler periyodik şekilde ve yerinde yapılacak yersel gözlemlere dayanmaktadır. Oysa özellikle son yıllarda mera yönetim ilkelerinin belirlenmesi için gerekli olan bu kritik tarihlerin gelişen uzaktan algılama teknolojilerinin kullanılması ile hızlı şekilde ve tek merkezli olarak belirlenebileceği fikri artış göstermiştir (Tueller, 1989; Kalluri vd., 2003; Rowley vd., 2007; Boyte vd., 2015; Aygün vd., 2016).

Otlatma mevsimine ait önemli tarihleri belirlemek için iklim verileri dışında yapılan yersel gözlemlerde çoğunlukla bitkilerin morfolojik ya da fizyolojik durumlarına göre karar verilmektedir. Bitkilerdeki morfolojik ya da fizyolojik değişimler de spektral yansıma değerlerinde değişimlere sebep olmaktadır (Carter, 1993; Gitelson vd., 2003; Rumpf vd., 2010). Dolayısıyla uzaktan algılama ile mera yönetiminde önemli tarihlerin tahmin edilebilme potansiyeli mevcuttur. Çalışmamızda da NDVI değerlerinin yersel gözlemlerle belirlenen önemli tarihlerle olan ilişkisi incelendiğinde NDVI yansıma değerlerinin yıllık değişimi üzerinden yorum yapılabilmesi mümkün görülmektedir. Çünkü belirli bir yansıma değeri üzerinden tahmin yapılabilmesi için bitki örtüsünün tür bileşeni ve tür bileşeninde yoğun olarak bulunan türlerin gelişme süreçleri boyunca farklı fizyolojik aşamalarına ait spektral yansıma değerlerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. Araştırmadan elde edilen verilere göre mevsim içerisinde iklimin bitkiler üzerindeki etkilerine bağlı olarak kısa süreli dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Ancak genel itibarıyla NDVI değerlerinin hızla yükselişe geçtiği dönem büyüme başlangıcı, artış hızının azaldığı dönem otlatma olgunluğu, yansıma değerinin hızla azalarak ardından belirli bir seviyede seyrettiği dönemin de yaz kritik dönemi olarak kabul edilebileceği ifade edilebilir. Sonbaharda NDVI değerlerinin yeniden artışa geçmesiyle yaz kritik dönemi sona ermekte ve takiben 1 ay içerisinde de

otlatmaya son verme tarihi gelmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda NDVI değerlerinin takibi ile otlatma takvimi hakkında yorum yapılabilceği görölürken üretilen bilgilerin karasal iklimin hüküm sürdüğü yarı kurak ve benzer bitki örtüsüne sahip meralar için geçerli olup farklı ekolojiler için yeni ve daha uzun yıllar sürdürölmesi gereken çalışmalara ihtiyaç vardır. Çalışma alanı ve benzer ekolojiler için $0,55 \pm 0,05$ NDVI yansıma değerlerinin otlatma olgunluğu, yaz aylarındaki $0,35 \pm 0,05$ NDVI değerlerinin yaz kuru dönemi, sonbahardaki $0,35 \pm 0,05$ NDVI değerlerinin de otlatma sonu olarak değerlendirilebileceği tahmin edilmiştir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünyadaki kara alanlarının önemli kısmını oluşturan meralar, öncelikli olarak otlatılarak kullanılan önemli doğal kaynaklardır. Dinamik bir bitki örtüsüne sahip olan bu doğal kaynaklar kullanılırken zarara uğratılmaması için sürekli olarak izlenmeleri ve bitki örtüsündeki değişimlere bağlı olarak uygun yönetim planlamalarının güncellenmesi gerekmektedir. Meraların uzaktan algılama yolu ile izlenebilirliğinin konu alındığı bu çalışmadan elde edilen bulguları ve ulaşılan sonucu aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

Çalışmada 2017 ve 2018 yılları arasında Bozdağ meralarının bitki örtüleri incelenmiş ve 16 buğdaygil, 11 baklagil ve 34 adet diğer familyalardan olmak üzere toplam 61 türe rastlanılmıştır. Tür bileşeninin % 33,15'ini buğdaygiller, %33,80'ini baklagiller ve % 33,07'sini diğer familyalar oluşturmaktadır. En yaygın görülen türler ise buğdaygillerde *Vulpia myuros* (% 17,65) baklagillerde *Astragalus microcephalus* (% 16,32) ve diğer türlerde ise *Thymus sibthorpii* (% 19,21) olarak belirlenmiştir. Ele alınan farklı bakıya sahip alanlar arasında familyaların oranları değişiklik göstermiş ve baklagillerin oranı kuzey ve zirvede güneyden daha yüksek iken çoğunluğu istilacı türlerden oluşan diğer familyaların oranı güneyde en yüksek ve kuzeyde en düşük olarak bulunmuştur. Buğdaygillerin oranı ise farklı bakıya sahip alanlar arasında değişiklik göstermemiştir.

Dünyada en fazla erozyona maruz kalan mera alanlarının korunması bakımından önemli bir yere sahip olan toprak kaplılığı, araştırma sahasında farklı bakı özelliğine sahip alanlar arasında önemli değişim göstermiştir. İncelenen alanda bitkilerin bulunma durumuna göre ortalama toprağı kaplama oranı % 92,51 iken güney alanlarda kaplılığın daha düşük olduğu ancak meranın tamamında kaplılık bakımından erozyon tehlikesi bulunmadığı belirlenmiştir.

Tamamında sağlık sınıfı “sağlıklı” sınıfta yer alan Bozdağ meralarının muhtemelen geçmişte ağır otlatılmasına bağlı olarak durum sınıfı “zayıf” sınıfta yer almıştır.

Otlatmadan arda kalan yem miktarını ifade eden elverişli yem miktarının çalışma sahasında otlatma mevsiminin başlangıcından itibaren temmuz ortalarına kadar hızla yükseldiği ve sonrasında otlatma mevsimi sonuna kadar azalış eğiliminde olduğu görülmüştür. Özellikle kurak dönemde elverişli yem miktarının erozyon açısından kritik değerlere (40 kg/da) yakın seyrettiği görülmüştür.

Meralarda otun besleme değeri hayvansal üretimi doğrudan etkilemekte ve bitkilerin gelişim dönemlerine bağlı olarak büyük değişimler göstermektedir. Çalışma alanında üretilen otun ham protein oranı mevsim başlangıcından itibaren bitki gelişimine bağlı olarak azalış göstermiştir. Çalışma sahasında ise mevsim boyunca ham protein oranının kritik seviyenin (% 7) altına düşmediği görülmüştür. Ayrıca güney bakıya sahip mera kesimlerinde nispeten sığağa daha dayanıklı baklagillerin oranının daha yüksek olmasına bağlı olarak ham protein oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bitkilerde ham protein dışında yapısal karbonhidratları ifade eden NDF ve ADF oranları ile ADF oranına da bağlı olarak hesaplanan SKM oranı önemli yem kalite özellikleridir. Çalışma alanı olan Bozdağ meralarında NDF, ADF ve SKM oranlarındaki mevsimsel değişimin iklim faktörlerinin etkisi altında şekillendiği görülmüştür. Mevsim içerisindeki iklimsel değişimlere bağlı bu değerlerde bir miktar dalgalanmalar görülse de genel itibariyle NDF ve SKM oranları yaz ortalarına kadar artış gösterdikten sonra azalma eğilimine geçerken ADF oranı mevsim sonuna kadar artış eğiliminde olmuştur. Ayrıca arazinin topografik yapısına göre NDF ve ADF oranları güneyde daha düşük iken SKM oranı güneyde daha yüksek olmuştur.

Çalışma alanına ait elverişli yem miktarının iki yıllık genel ortalama verilerine göre NDVI yansımaya değerleri ile tahmin edilemeyeceği görülmüştür. Bu sonuç hem bitki örtüsü üzerinde önemli etkiye sahip olan iklimin her iki yılda farklı seyretmesine bağlı olarak ortalamaların bir anlam ifade etmemesinden hem de incelenen alanda yoğun olarak bulunan odunsu çalı türlerinin yansımaya değerlerini bozmasından kaynaklanmıştır. Ancak iki yıllık ortalama veriler yıl içerisindeki dönemler bazında incelendiğinde NDVI değerlerinin özellikle temmuz – ağustos ile ekim dönemlerinde elverişli yem üretimindeki değişimin büyük oranını açıklayabildiği belirlenmiştir.

Ham protein oranının ise genel ortalamalar yardımıyla yıl içerisindeki değişimin yarısından fazlasının ($r^2=0,56$) NDVI değerleriyle açıklanabildiği görülmüş ve buna bağlı olarak üretilen regresyon formülünün kullanımı ile dikkate alınabilecek doğrulukta tahmin yapılabileceği belirlenmiştir. Mevsim ilerledikçe NDF oranının tahmin edilebilirliğinde bir artış olduğu görülse de tahmin gücü yüksek seviyelere ulaşamamıştır ($r^2=0,070 - 0,293$). ADF oranı ile NDVI arasında genel ortalamalara göre önemli fakat zayıf bir ilişki ($r^2=0,40$) bulunurken yıllık ortalamalara göre bazı yıllarda değişimin yarısından fazlasının NDVI ile açıklanabildiği görülmüştür. SKM oranının da ADF oranı ile benzer şekilde genel ortalamalar yardımıyla düşük güçte olsa da ($r^2=0,41$) tahmin edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen yersel veriler meraların geçmişte kötü kullanımına bağlı olarak geçmişte bitki örtüsünün ileri derecede bozulduğunu, günümüzde ise süksesyonun ilk kademesinde yer alan tek yıllıkların alanda yoğun olduğunu göstermiştir. Bitki örtüsünün toprağı kaplama durumu ise erozyonu engelleme açısından yeterli olup bitki örtüsünün iyiye yönelmesi açısından avantaj sağlamaktadır. Otlatma mevsimi, kapasitesi ve sistemi doğru ayarlanabilirse bitki örtüsünün gelişimi daha hızlı olacaktır.

Çalışma sonucunda NDVI değerleri ile Bozdağ meralarının elverişli yem üretimi ve kalitesindeki mevsimsel değişimin tahmin edilebilme potansiyeli olduğu görülmektedir ancak yıl içerisinde bitkilerin gelişme dönemleri ve fizyolojik durumlarına göre tahmin edilebilirlik değişiklik göstermektedir. Bu nedenle çalışmaların uzun yıllar devam ettirilmesi, yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanımı ve tür bileşeninde önemli orana sahip türlerin fizyolojik durumlarına göre değişen spektral yansıma değerleri hakkında bilgilerin oluşturulması ile üretilen modeller yardımıyla daha yüksek doğrulukta tahminlerin yapılabilmesi mümkün olacaktır. Mevcut veriler özellikle otlatma mevsiminin belirlenmesi ve yaz kuru döneminde elverişli yem miktarının tahmin edilmesi konusunda tatmin edici sonuçlar vermiş olup mera yönetiminde isabetli kararlar için altlık oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abebe, A., Tolera, A., Holand, Ø., Ådnøy, T., Eik, L.O., 2012, Seasonal variation in nutritive value of some browse and grass species in Borana rangeland, Southern Ethiopia, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 2, 261-271.
- Abraham, E.M., Aftzalanidou, A., Ganopoulos, I., Osathanunkul, M., Xanthopoulou, A., Avramidou, E., Sarrou, E., Aravanopoulos, F., Madesis, P., 2018. Genetic diversity of *Thymus sibthorpii* Benth in mountainous natural grasslands of Northern Greece as related to local factors and plant community structure, *Industrial Crops and Products*, 111, 651-659.
- Acar, Z., Ayan, I., Asci, O., Basaran, U., Mut, H., 2009, Biodiversity in morphological properties and nutritional values of forage grass species. *Journal of Environmental Biology*, 30, 4, 583-589.
- Açıkgöz, E., 2001, *Yem Bitkileri* (3. Baskı), Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları, No: 182, Bursa, 584 s.
- Albayrak, S., 2008, Use of reflectance measurements for the detection of N, P, K, ADF and NDF contents in sainfoin pasture, *Sensors*, 8, 11, 7275-7286.
- Allen, R.B., Wilson, J.B., Mason, C.R., 1995, Vegetation change following exclusion of grazing animals in depleted grassland, Central Otago, New Zealand. *Journal of Vegetation Science*, 6, 5, 615-626.
- Allison, L.E., Moodie, C.D., 1965, Carbonate, In: Black, C.A., Evans, D.D., Ensminger, L.E., White, J.L., Clark, F.E.. (ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 2, Agronomy 9*, American Society of Agronomy, Inc., Madison, Winsconsin, U.S.A., p.1379-1400.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2005, Çayır Mera Islahı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Müdürlüğü, 468 s.
- Altın M., Tuna, C., Gür, M., 2010, Tekirdağ taban ve kıraç meralarının verim ve botanik kompozisyonuna gübrelemenin etkisi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7, 2, 191-198.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2011a, Çayır Mera Yönetimi, Cilt I (Genel İlkeler), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TÜGEM Çayır Mera Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara, 376 s.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2011b, Çayır Mera Yönetimi, Cilt 2 (Temel İlkeler), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı TÜGEM Çayır Mera Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara, 314 s.
- Andersen, G.L., 2006, How to detect desert trees using CORONA images: Discovering historical ecological data, *Journal of Arid Environments*, 65, 491-511.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anonim, 1994, Rangeland Health: New methods to classify, inventory and monitor rangelands. National Academy Press, Washington, 182 p.
- Arzani, H., Zohdi, M., Fish, E., Amiri, G.Z., Nikkhah, A., Wester, D., 2004, Phenological effects on forage quality of five grass species, Rangeland Ecology and Management, 57, 6, 624-630.
- Arzani, H., Basiri, M., Khatibi, F., Ghorbani, G., 2006, Nutritive value of some Zagros Mountain rangeland species, Small Ruminant Research, 65, 1-2, 128-135.
- Ateş, E., 2009, Bakı ve yüksekliği farklı mera vejetsyonlarında değişik üçgül türlerinin (Trifolium sp.) kimi morfolojik ve yem niteliği özellikleri, Doktora Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 91 s.
- Atkinson, D., Porter, J.R., 1996, Temperature, plant development and crop yields, Trends in Plant Science, 1, 4, 119-124.
- Avağ, A., Koç, A., Kendir, H., 2012, Ulusal Mera Kullanımı ve Yönetimi Projesi Sonuç Raporu, TÜBİTAK 106 G 107 Numaralı Proje Sonuç Raporu, Ankara, 483 s.
- Avcı, M., Kaplan, O., Yerturk, M., Aslan, M., 2006, Nutrient and botanical composition of pasture in Ceylanpınar Agriculture Farm, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 17, 1-2, 9-13.
- Aydin, I., Uzun, F., 2005, Nitrogen and phosphorus fertilization of rangelands affects yield, forage quality and the botanical composition, European Journal of Agronomy, 23, 1, 8-14.
- Aygün, C., Sever, A.L., Kara, İ., Erdoğan, İ., Atalay, A.K., 2016, Eskişehir meralarında otlatmanın planlamasında NDVI verilerinin kullanılması, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25, 1, 67-77.
- Babalık, A.A., Sönmez, K., 2009, Isparta-Davraz Dağı Kulova yaylasında meraların otlatma periyodunun ve toprağın otlatma tavının belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13, 142-146.
- Babalık, A.A., Sönmez, K., 2010, Isparta ili Bozanönü Köyü Kırtepe merasında botanik kompozisyonun belirlenmesi üzerine bir araştırma, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12, 17, 27-35.
- Babalık, A.A., Sarıkaya, H., 2015, Isparta ili Zengi merasında ot verimi ve botanik kompozisyonun tespiti üzerine bir araştırma, Türkiye Ormancılık Dergisi, 16, 2, 96-101.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Babalık, A.A., Ercan, A., 2018, Eskişehir ili Karaören köyü merasının vejetasyon özelliklerinin belirlenmesi, Türkiye Ormancılık Dergisi, 19, 3, 246-251.
- Bahuguna, R.N., Jagadish, K.S., 2015, Temperature regulation of plant phenological development, Environmental and Experimental Botany, 111, 83-90.
- Bailey, D.W., Welling, G.R., Miller, E.T., 2001, Cattle use of foothills rangeland near dehydrated molasses supplement, Rangeland Ecology and Management, 54, 4, 338-347
- Bailey, D.W., Brown, J.R., 2011., Rotational grazing systems and livestock grazing behavior in shrub-dominated semi-arid and arid rangelands, Rangeland Ecology and Management, 64, 1, 1-9.
- Bakır, Ö., 1970, Ortadoğu Teknik Üniversitesi arazisinde bir mera etüdü, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 382, 123 s.
- Bakır, Ö., 1987, Çayır-Mera Amenajmanı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 362 s.
- Bakoğlu, A., Koç, A., Gökkuş, A., 1999a, Dominant mera bitkilerinin biomas ve kimyasal kompozisyonlarının büyüme dönemindeki değişimi I. Biomas ile kök/sap, sap, yaprak, çiçek oranlarının değişimi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 2, 487-494.
- Bakoğlu, A., Koç, A., Gökkuş, A., 1999b, Dominant mera bitkilerinin biomas ve kimyasal kompozisyonlarının büyüme dönemindeki değişimi II. Kimyasal kompozisyondaki değişimler, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 2, 495-508.
- Bakoğlu, A., Koç, A., Gökkuş, A., 1999c, Erzurum Yöresi çayır ve meralarındaki yaygın bitki türlerinin ömür uzunluğu, çiçeklenmeye başlama tarihi ve ot kalitesi ile ilgili bazı özellikleri, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 4, 951-957.
- Bakoglu, A., Bagci, E., Erkovan, H.I., Koc, A., Kocak, A., 2009, Seed stocks of grazed and ungrazed rangelands on Palandoken Mountains of Eastern Anatolia, Journal of Food, Agriculture and Environment, 7, 3-4, 674-678.
- Balabanlı, C., Türk, M., Yüksel, O., 2005, Erozyon ve çayır-mera ilişkileri, Türkiye Ormancılık Dergisi, 6, 2, 23-34.
- Balabanli, C., Albayrak, S., Yuksel, O., 2010, Effects of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on the quality and yield of native rangeland, Turkish Journal of Field Crops, 15, 2, 164-168.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ball, D.M., Collins, M., Lacefield, G.D., Martin, N.P., Mertens, D.A., Olson, K.E., Putnam, D.H., Undersander, D.J., Wolf, M.W., 2001, Understanding Forage Quality, American Farm Bureau Federation Publication No, 1, Park Ridge, USA, 21 p.
- Barger, N.N., Ojima, D.S., Belnap, J., Shiping, W., Yanfen, W., Chen, Z., 2004, Changes in plant functional groups, litter quality, and soil carbon and nitrogen mineralization with sheep grazing in an Inner Mongolian grassland, *Rangeland Ecology and Management*, 57, 6, 613-620.
- Barnabás, B., Jäger, K., Fehér, A., 2008, The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals, *Plant, Cell and Environment*, 31, 1, 11-38.
- Baskin, J.M., Baskin, C.C., 1981, Ecology of germination and flowering in the weedy winter annual grass *Bromus japonicus*, *Journal of Range Management*, 34, 5, 369-372.
- Bates, J.D., Svejcar, T., Miller, R.F., Angell, R.A., 2006, The effects of precipitation timing on sagebrush steppe vegetation, *Journal of Arid Environments*, 64, 4, 670-697.
- Baumont, R., 1996, Palatability and feeding behaviour in ruminants, R., Baumont (Ed.), *Annales de Zootechnie*, EDP Sciences, 45, 5, 385-400..
- Blanco, L.J., Aguilera, M.O., Paruelo, J.M., Biurrun, F.N., 2008, Grazing effect on NDVI across an aridity gradient in Argentina, *Journal of Arid Environments*, 72, 5, 764-776.
- Boyd, C.S., Svejcar, T.J., 2009, Managing complex problems in rangeland ecosystems, *Rangeland Ecology and Management*, 62, 6, 491-499.
- Boyte, S.P., Wylie, B.K., Major, D.J., Brown, J.F., 2015, The integration of geophysical and enhanced Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Normalized Difference Vegetation Index data into a rule-based, piecewise regression-tree model to estimate cheatgrass beginning of spring growth, *International Journal of Digital Earth*, 8, 2, 118-132.
- Bozkurt, Y., Başayığit, L., Kaya, İ., 2008, RS (uzaktan algılama) ve GIS (coğrafi bilgi sistemi) kullanarak, meralarda kalite belirleme, biomass ve otlatma kapasite tahminleri ile hayvan izleme olanaklarının araştırılması, TÜBİTAK 104 V 124 Numaralı Proje Sonuç Raporu, Ankara, 89 s.
- Brinkmann, K., Dickhoefer, U., Schlecht, E. Buerkert, A., 2011, Quantification of aboveground rangeland productivity and anthropogenic degradation on the arabian peninsula using Landsat imagery and field inventory data, *Remote Sensing of Environment*, 115, 465-474.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Briske, D.D., Derner, J.D., Brown, J.R., Fuhlendorf, S.D., Teague, W.R., Havstad, K.M., Gillen, R.L., Ash, A.J., Willms, W.D., 2008, Rotational grazing on rangelands: Reconciliation of perception and experimental evidence, *Rangeland Ecology and Management*, 61, 1, 3-17.
- Buxton, D.R., Fales, S.L., 1994, *Plant Environment and Quality*, G.C., Fahey Jr. (Ed.), Forage Quality, Evaluation and Utilization, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, U.S.A., p. 155–199.
- Buxton, D.R., 1996, Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors, *Animal Feed Science and Technology*, 59, 1-3, 37-49.
- Cabrera-Bosquet, L., Molero, G., Stellacci, A., Bort, J., Nogués, S., Araus, J., 2011, NDVI as a potential tool for predicting biomass, plant nitrogen content and growth in wheat genotypes subjected to different water and nitrogen conditions, *Cereal Research Communications*, 39, 1, 147–159.
- Cao, Y., Wu, J., Zhang, X., Niu, B., Li, M., Zhang, Y., Wang, X., Wang, Z., 2019, Dynamic forage-livestock balance analysis in alpine grasslands on the Northern Tibetan Plateau, *Journal of Environmental Management*, 238, 352-359.
- Carter, G.A., 1993, Responses of leaf spectral reflectance to plant stress, *American Journal of Botany*, 80, 3, 239-243.
- Chapin, F.S., Shaver, G.R., 1985, Individualistic growth response of tundra plant species to environmental manipulations in the field, *Ecology*, 66, 2, 564-576.
- Chartier, M.P., Rostagno, C.M., 2006, Soil erosion thresholds and alternative states in northeastern Patagonian rangelands. *Rangeland Ecology and Management*, 59, 6, 616-624.
- Chen, F., Weber, K.T., Gokhale, B., 2011, Herbaceous biomass estimation from SPOT 5 imagery in semiarid rangelands of Idaho, *GIScience and Remote Sensing*, 48, 2, 195-209.
- Chen, J., Gu, S., Shen, M., Tang, Y., Matsushita, B., 2009, Estimating aboveground biomass of grassland having a high canopy cover: an exploratory analysis of in situ hyperspectral data, *International Journal of Remote Sensing*, 30, 24, 6497-6517.
- Cingolani, A.M., Renison, D., Zak, M.R., Cabido, M.R., 2004, Mapping vegetation in a heterogeneous mountain rangeland using Landsat data: an alternative method to define and classify land-cover units, *Remote Sensing of Environment*, 92, 1, 84-97.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cipriotti, P.A., Flombaum, P., Sala, O.E., Aguiar, M.R., 2008, Does drought control emergence and survival of grass seedlings in semi-arid rangelands?: An example with a Patagonian species, *Journal of Arid Environments*, 72, 3, 162-174.
- Coleman, S.W., Barth, K.M., 1973, Quality of diets selected by grazing animals and its relation to quality of available forage and species composition of pastures, *Journal of Animal Science*, 36, 4, 754-761.
- Collins, M., Fritz, J.O., 2003, Forage Quality (R.F., Barnes, C.J., Nelson, M., Collins, K.J., Moore, Eds.), *Forages: An Introduction to Grassland Agriculture*, 6th ed., Iowa State Press, Ames, pp. 363-390.
- Cook C.W., Stubbendieck J., 1986, *Range research: basic problems and techniques*. Society for Range Management, Colorado, 317 p.
- Coronato, F.R., Bertiller, M.B., 1996, Precipitation and landscape related effects on soil moisture in semi-arid rangelands of Patagonia, *Journal of Arid Environments*, 34, 1, 1-9.
- Corson, D., Waghorn, G.C., Ulyatt, M.J., Lee, J., 1999, NIRS: forage analysis and livestock feeding, In *proceedings of the conference-New Zealand grassland association*, pp. 127-132.
- Creech, T.G., Epps, C.W., Monello, R.J., Wehausen, J.D., 2016, Predicting diet quality and genetic diversity of a desert-adapted ungulate with NDVI, *Journal of Arid Environments*, 127, 160-170.
- Çağan, E., Başbağ, M., 2019, Determination of the quality degree, grazing capacity and hay quality of rangelands in different directions and altitudes, *Eurasian Journal of Forest Science*, 7, 1, 13-22.
- Çakal, Ş., 2003, Mera vejetasyon etüt metotlarının karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Erzurum, 57 s.
- Çakal, Ş., 2016, Çoruh havzası mera bitki örtüsünün bazı özelliklerinin yersel ve zamansal değişiminin belirlenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 129 s.
- Çetiner, M., Gökkuş, A., Parlak, M., 2012, Yapay bir merada otlatmanın bitki örtüsü ve toprak özelliklerine etkisi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 27, 2, 80-88.
- Çomaklı, B., Mahmut D., Koç, A., 2008, The effects of traditional grazing practices on upland (yayla) rangeland vegetation and forage quality, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32, 4, 259-265.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Darvishzadeh, R., Skidmore, A.K., Mirzaie, M., Atzberger, C., Schlerf, M., 2014, Fresh biomass estimation in heterogeneous grassland using hyperspectral measurements and multivariate statistical analysis, In American Geophysical Union Fall Meeting, 15-19 December, San Francisco, 1, 7 p.
- Daryanto, S., Wang, L., Jacinthe, P.A., 2017, Global synthesis of drought effects on cereal, legume, tuber and root crops production: A review, *Agricultural Water Management*, 179, 18-33.
- Deak, A., Hall, M.H., Sanderson, M.A., Archibald, D.D., 2007, Production and nutritive value of grazed simple and complex forage mixtures, *Agronomy Journal*, 99, 3, 814-821.
- DelCurto, T., Porath, M., Parsons, C.T., Morrison, J.A., 2005, Management strategies for sustainable beef cattle grazing on forested rangelands in the Pacific Northwest, *Rangeland Ecology and Management*, 58, 2, 119-127.
- Delvallée, I., Paffen, A., De Klerk, G.J., 1990, The development of dormancy in bulblets of *Lilium speciosum* generated in vitro, II. The effect of temperature. *Physiologia Plantarum*, 80, 3, 431-436.
- Demiralay, İ., 1993, Toprak Fiziksel Analiz Yöntemleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:143, Erzurum, 131 s.
- Deng, L., Sweeney, S., Shangguan, Z.P., 2014, Grassland responses to grazing disturbance: plant diversity changes with grazing intensity in a desert steppe, *Grass and Forage Science*, 69, 3, 524-533.
- Deregibus, V.A., Jacobo, E., Rodríguez, A., 1995, Perspective: Improvement in rangeland condition of the Flooding Pampa of Argentina through controlled grazing, *African Journal of Range and Forage Science*, 12, 2, 92-96.
- Devendra, C., 1992, Nutritional potential of fodder trees and shrubs as protein sources in ruminant nutrition, *Legume Trees And Other Fodder Trees As Protein Sources For Livestock*, 100, 95-113.
- Ding, M., Zhang, Y., Liu, L., Zhang, W., Wang, Z., Bai, W., 2007, The relationship between NDVI and precipitation on the Tibetan Plateau, *Journal of Geographical Sciences*, 17, 3, 259-268.
- DiTomaso, J.M., 2000, Invasive weeds in rangelands: species, impacts, and management, *Weed Science*, 48, 2, 255-265.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Duan, M., Gao, Q., Wan, Y., Li, Y., Guo, Y., Ganzhu, Z., Liu, G., Qin, X., 2012, Biomass estimation of alpine grasslands under different grazing intensities using spectral vegetation indices, *Canadian Journal of Remote Sensing*, 37, 4, 413-421.
- El-Gazzar, A., Eisa, A.M., Khattab, A.A., 2016, Computer-generated key and descriptions of *Phleum* species (Poaceae). *Webbia*, 71, 1, 25-35.
- Erdoğan, N., Ketenoğlu, O., Bingöl, M.Ü., Geven, F., Arslan, M., 2011, Sivrihisar Dağları (Eskişehir/Türkiye) Vegetasyon Tiplerinin Floristik Kompozisyonu Üzerine Bir Araştırma, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2, 2, 1-11.
- Erken, K., Özzambak, M.E., 2014, Vegetative propagation of *Genista lydia* Boiss var. *lydia*. *Bahçe*, 43, 1-2, 19-28.
- Erkovan, H.İ., 2000., Çiğdemlik Köyü (Bayburt) mera vejetasyonları mevcut durumu, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 50 s.
- Erkovan, H.I., Gullap, M.K., Dasci, M., Koc, A., 2009, Changes in leaf area index, forage quality and above-ground biomass in grazed and ungrazed rangelands of Eastern Anatolia Region, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15, 3, 217-223.
- Erkovan, S., Gullap, M.K., Erkovan, H.I., Koc, A., 2015, A review of *Astragalus eriocephalus* wild. synonym *Astracantha eriocephale* (wild.) Podlech an invasive species for rangelands, *Journal of International Scientific Publications: Ecology and Safety*, 9, 268-274.
- Erkovan, S., Koc, A., Gullap, M.K., Erkovan, H.I., Bilen, S., 2016, The effect of fire on vegetation and soil properties of ungrazed shortgrass steppe rangeland of the Eastern Anatolia Region of Turkey, *Turkish Journal of Agriculture and Forrestry*, 40, 290-299.
- Erkovan, Ş., 2017, Meralarda yaygın bazı buğdaygiller ile geniş yapraklı bitkiler arasındaki ekofizyolojik ilişkiler, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 121 s.
- Evans, N.V., Avis, A.M., Palmer, A.R., 1997, Changes to the vegetation of the mid-Fish River valley, Eastern Cape, South Africa, in response to land-use, as revealed by a direct gradient analysis, *African Journal of Range and Forage Science*, 14, 2, 68-74.
- FAO, 2011, The State of The World's Land and Water Resources For Food and Agriculture (SOLAW) - Managing Systems at Risk, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome and Earthscan, London, 285 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Fan, L., Ketzer, B., Liu, H., Bernhofer, C., 2011, Grazing effects on seasonal dynamics and interannual variabilities of spectral reflectance in semi-arid grassland in Inner Mongolia, *Plant and Soil*, 340, 1-2, 169-180.
- Faramarzi, M.A., Heydari, M., Heidarizadi, Z., 2018, Detection of vegetation changes in relation to normalized difference vegetation index (NDVI) in Semi-arid rangeland in western Iran, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 20, 1, 51-60.
- Frank, A.B., Sedivic, K.K, Hofmann, L., 1993, Determining grazing readiness for native and tame pastures, North Dakota State University, Extension Service, R-1061,
- Frost, R.A., Wilson, L.M., Launchbaugh, K.L., Hovde, E.M., 2008, Seasonal change in forage value of rangeland weeds in northern Idaho, *Invasive Plant Science and Management*, 1, 4, 343-351.
- Fuhlendorf, S.D., Briske, D.D., Smeins, F.E., 2001, Herbaceous vegetation change in variable rangeland environments: The relative contribution of grazing and climatic variability, *Applied Vegetation Science*, 4, 177-188.
- Fuls, E.R., 1992, Ecosystem modification created by patch-overgrazing in semi-arid grassland, *Journal of Arid Environments*, 23, 1, 59-69.
- Fynn, R.W.S., O'connor, T.G., 2000, Effect of stocking rate and rainfall on rangeland dynamics and cattle performance in a semi-arid savanna, South Africa, *Journal of Applied Ecology*, 37, 491-507.
- Garrouette, E., Hansen, A., Lawrence, R., 2016, Using NDVI and EVI to map spatiotemporal variation in the biomass and quality of forage for migratory elk in the Greater Yellowstone Ecosystem, *Remote Sensing*, 8, 5, 404.
- George, M.R., Barry, S.J., Larson, S.R., McDougald, N.K., Ward, T.A., Harper, J.M., Dudley, D.M., Ingram, R.S. Laca, E.A., 2006, Comparison of comparative yield and stubble height for estimating herbage standing crop in annual rangelands. *Rangeland Ecology and Management*, 59, 4, 438-441.
- Gibson, D.J., 2009, *Grasses and Grassland Ecology*, Oxford University Press, 305 p.
- Gitelson, A.A., Gritz, Y., Merzlyak, M.N., 2003, Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves. *Journal of Plant Physiology*, 160, 3, 271-282.
- Gizachew, L., Smit, G.N., 2012, The status and importance of crude protein and macro minerals in native pastures growing on Vertisols of the central highlands of Ethiopia, *Journal of Environmental Management*, 93, 1, 177-184.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Glenn, E., Huete, A., Nagler, P., Nelson, S., 2008, Relationship between remotely-sensed vegetation indices, canopy attributes and plant physiological processes: What vegetation indices can and cannot tell us about the landscape, *Sensors*, 8, 4, 2136-2160.
- Gliessman, S.R., 2015, *Agroecology (3rd ed.): The Ecology of Sustainable Food Systems*. CRC Press, New York, 364 p.
- Godínez-Alvarez H., Herrick J.E., Mattocks M., Toledo D., Van Zee J., 2009, Comparison of three vegetation monitoring methods: their relative utility for ecological assessment and monitoring, *Ecological Indicators*, 9, 5, 1001-1008.
- Gong, X., Brueck, H., Giese, K.M., Zhang, L., Sattelmacher, B., Lin, S., 2008, Slope aspect has effects on productivity and species composition of hilly grassland in the Xilin River Basin, Inner Mongolia, China, *Journal of Arid Environments*, 72, 4, 483-493.
- Gökkuş, A., Tan, M., Koç, A., 1991, Erzurum tabii meralarındaki dominant buğdaygillerin toprak üstü bioması bitki boyu ve yapısal olmayan karbonhidratların büyüme mevsimi içerisindeki değişimi, *Türkiye II. Çayır-Mera ve Yembitkileri Kongresi*, İzmir, 28-31.
- Gökkuş, A., Koç, A., 1993, Mera hidrolojisi ve erozyon, *Tabiat ve İnsan*, 1, 22-30.
- Gökkuş, A., Avcı, M., Aydın, A., Mermer, A., Ulutaş, Z., 1993, Yükseklik, eğim ve yöneyin mera vejetasyonlarına etkileri, *Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayın No: 13*, 33 s.
- Gökkuş, A., Koç, A., 1996, Sürülen meralarda bitki örtüsü-toprak ilişkisi, *Tarım – Çevre İlişkileri Sempozyumu*, Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı, 13-15 Mayıs, Mersin, 336-344.
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B., 2000, *Çayır-Mera'ya Uygulama Kılavuzu*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 142, Erzurum, 147 s.
- Gökkuş, A., Koç, A., 2001, *Mera ve Çayır Yönetimi*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 228, Erzurum, 326 s.
- Gökkuş, N., Gökkuş, A., 2007, Türklerde bozkır kültürü ve mera hayvancılığı, *Türkiye 7. Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-27 Haziran, Erzurum, 38-41.
- Grant, K., Kreyling, J., Dienstbach, L.F., Beierkuhnlein, C., Jentsch, A., 2014, Water stress due to increased intra-annual precipitation variability reduced forage yield but raised forage quality of a temperate grassland, *Agriculture, Ecosystems, Environment*, 186, 11-22.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Grewelling, T., Peech, M., 1960, Chemical Soil Test, Cornell University Agricultural Experiment Station, No: 960.
- Guerrero, J.N., Conrad, B.E., Holt, E.C., Wu, H., 1984, Prediction of animal performance on bermudagrass pasture from available forage, *Agronomy Journal*, 76, 4, 577-580.
- Guo, X., Wilmshurst, J.F., Li, Z., 2010, Comparison of laboratory and field remote sensing methods to measure forage quality, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7, 9, 3513-3530.
- Güllap, M.K., 2010, Kargapazarı dağında (Erzurum) farklı otlatma sistemi uygulamalarının mera bitki örtüsüne etkileri, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 192 s.
- Hamel, S., Garel, M., Festa-Bianchet, M., Gaillard, J.M., Côté, S.D., 2009, Spring Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) predicts annual variation in timing of peak faecal crude protein in mountain ungulates, *Journal of Applied Ecology*, 46, 3, 582-589.
- Han, J.G., Zhang, Y.J., Wang, C.J., Bai, W.M., Wang, Y.R., Han, G.D., Li, L.H., 2008, Rangeland degradation and restoration management in China, *The Rangeland Journal*, 30, 2, 233-239.
- Hanley, T.A., Robbins, C.T., Hagerman, A.E., McArthur, C., 1992, Predicting digestible protein and digestible dry matter in tannin-containing forages consumed by ruminants, *Ecology*, 73, 2, 537-541.
- Harmony, K.R., 2007, Grazing and burning Japanese brome (*Bromus japonicus*) on mixed grass rangelands, *Rangeland Ecology and Management*, 60, 5, 479-486.
- Hatfield, J.L., Prueger, J.H., 2015, Temperature extremes: Effect on plant growth and development, *Weather and Climate Extremes*, 10, 4-10.
- Heady, H.F., Child, R.D., 1994, *Rangeland Ecology and Management*, Westview Press, Inc, Oxford, 519 p.
- Heady, H.F., 1999, Perspectives on rangeland ecology and management, *Rangelands* 21, 5, 23-33.
- Heise, K.L., Merenlender, A.M., 2002, Monitoring a half-century of change in a hardwood rangeland, *Rangeland Ecology and Management*, 55, 4, 412-419.
- Heitschmidt, R.K., Dowhower, S.L., Walker, J.W., 1987, Some effects of a rotational grazing treatment on quantity and quality of available forage and amount of ground litter, *Journal of Range Management*, 40, 4, 318-321.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Henkin, Z., Landau, S.Y., Ungar, E.D., Perevolotsky, A., Yehuda, Y., Sternberg, M., 2007, Effect of timing and intensity of grazing on the herbage quality of a Mediterranean rangeland, *Journal of Animal Feed Science*, 16, 2, 318-322.
- Henkin, Z., Ungar, E.D., Dvash, L., Perevolotsky, A., Yehuda, Y., Sternberg, M., Voet, H., Landau, S.Y., 2011, Effects of cattle grazing on herbage quality in a herbaceous Mediterranean rangeland, *Grass and Forage Science*, 66, 4, 516-525.
- Herbel, C.H., Pieper, R.D., 1991, Grazing management, In *Semiarid Lands and Deserts: Soil Resources and Reclamation* (J., Skujin Ed.), Marcel Dekker, Inc, pp. 361-385.
- Hill, M.J., Donald, G.E., Hyder, M.W., Smith, R.C., 2004, Estimation of pasture growth rate in the south west of Western Australia from AVHRR NDVI and climate data, *Remote Sensing of Environment*, 93, 4, 528-545.
- HilleRisLambers, J., Yelenik, S.G., Colman, B.P., Levine, J.M., 2010, California annual grass invaders: the drivers or passengers of change?, *Journal of Ecology*, 98, 5, 1147-1156.
- Hogrefe, K., Patil, V., Ruthrauff, D., Meixell, B., Budde, M., Hupp, J., Ward, D., 2017, Normalized Difference Vegetation Index as an estimator for abundance and quality of avian herbivore forage in Arctic Alaska, *Remote Sensing*, 9, 12, 1234.
- Holechek, J., 1981, A brief history of range management in the United States, *Rangelands*, 3, 1, 16-18.
- Holechek, J.L., Pieper, R.D., Herbel, C.H., 2011, *Range Management: Principles and Practices*, Prentice Hall, New Jersey, 444p.
- Holm, A.M., Cridland, S.W., Roderick, M.L., 2003, The use of time-integrated NOAA NDVI data and rainfall to assess landscape degradation in the arid shrubland of Western Australia, *Remote Sensing of Environment*, 85, 2, 145-158.
- Huete, A.R., Tucker, C.J., 1991, Investigation of soil influences in AVHRRred and near-infrared vegetation index imagery, *International Journal of Remote Sensing*, 12, 1223-1242.
- Hughes, M.P., Wuddivira, M.N., Mlambo, V., Jennings, P.G., Lallo, C.H., 2014, Non-destructive foliar chlorophyll measurement has the potential to predict crude protein concentration and in vitro ruminal organic matter digestibility in *Bracharia decumbens* herbage, *Animal Feed Science and Technology*, 195, 14-27.
- Hunt, E.R.Jr., Everitt, J.H., Ritchie, J.C., Moran, M.S., Booth, D.T., Anderson, G.L., Clark, P.E., Seyfried, M.S., 2003, Applications and research using remote sensing for rangeland management, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69, 6, 675-693.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hunt, E.R.Jr., Miyake, B.A., 2006, Comparison of stocking rates from remote sensing and geospatial data, *Rangeland Ecology and Management*, 59, 1, 11-18.
- Ichii, K., Kawabata, A., Yamaguchi, Y., 2002, Global correlation analysis for NDVI and climatic variables and NDVI trends: 1982-1990, *International Journal of Remote Sensing*, 23, 18, 3873-3878.
- Izaurrealde, R.C., Thomson, A.M., Morgan, J.A., Fay, P.A., Polley, H.W., Hatfield, J.L., 2011, Climate impacts on agriculture: implications for forage and rangeland production, *Agronomy Journal*, 103, 2, 371-381.
- James, L.F., Young, J.A., Sanders, K., 2003, A new approach to monitoring rangelands, *Arid Land Research and Management*, 17, 4, 319-328.
- Jiang, Z., Huete, A.R., Chen, J., Chen, Y., Li, J., Yan, G., Zhang, X., 2006, Analysis of NDVI and scaled difference vegetation index retrievals of vegetation fraction, *Remote Sensing of Environment*, 101, 3, 366-378.
- Jimerson, T.M., Carothers, S.K., 2002, Northwest California oak woodlands: environment, species composition, and ecological status, *Proceedings of the Fifth Symposium on Oak Woodlands: Oaks in California's Challenging Landscape*, US Department of Agriculture, 184, 705-717.
- Jobbagy, E.G., Sala, O.E., 2000, Controls of grass and shrubs aboveground production in the patagonian steppe, *Ecological Applications*, 10, 2, 541-549.
- Kacar, B., 1995, Toprak Analizleri, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Ankara, No: 3, 705 s.
- Kadioğlu, A., 2016, Bitki Fizyolojisi. Gündüz Ofset, Trabzon, 414 s.
- Käding, H., Kaiser, T., Werner, A., 2005, Model for calculating grassland yields and forage quality in North-East Germany on the basis of site and management characteristics, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51, 4, 417-431.
- Kakembo, V., Ndou, N., 2019, Relating vegetation condition to grazing management systems in the central Keiskamma Catchment, Eastern Cape Province, South Africa, *Land Degradation and Development*, 30, 9, 1052-1060.
- Kalluri, S., Gilruth, P., Bergman, R., 2003, The potential of remote sensing data for decision makers at the state, local and tribal level: experiences from NASA's Synergy program, *Environmental Science and Policy*, 6, 6, 487-500.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kara, A., Şimşek, U., Kadioğlu, S., Dumlu, S.E., Çakal, Ş., Uzun, M., Aksakal, M., Özgöz, M.M., 2015, Quantifying the financial losses of rangeland degradation due to reduced milk yield in the rangelands of Erzurum Province in Turkey, *The Rangeland Journal*, 37, 5, 459-466.
- Karakuş, Y.S., Deveci, M., 2016, Investigation of vegetations of protected and grazed areas fronting on different directions in alpine rangelands. 10th International Rangeland Congress, 16-22 July, Saskatoon, 833-835.
- Kawabata, A., Ichii, K., Yamaguchi, Y., 2001, Global monitoring of interannual changes in vegetation activities using NDVI and its relationships to temperature and precipitation, *International Journal of Remote Sensing*, 22, 7, 1377-1382.
- Kawamura, K., Akiyama, T., Yokota, H.O., Tsutsumi, M., Yasuda, T., Watanabe, O., Wang, S., 2005a, Quantifying grazing intensities using geographic information systems and satellite remote sensing in the Xilingol steppe region, Inner Mongolia, China, *Agriculture, Ecosystems, Environment*, 107, 1, 83-93.
- Kawamura, K., Akiyama, T., Yokota, H.O., Tsutsumi, M., Yasuda, T., Watanabe, O., Wang, S., 2005b, Comparing MODIS vegetation indices with AVHRR NDVI for monitoring the forage quantity and quality in Inner Mongolia grassland, China, *Grassland Science*, 51, 1, 33-40.
- Ketenoglu, O., 2007, Sivrihisar Dağları'nda (Eskişehir) vejetasyonun sintaksonomik analizi, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Ankara, Proje No, 2004-07-05-085 Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, 120 s.
- Khalid, M.F., Hussain, S., Ahmad, S., Ejaz, S., Zakir, I., Ali, M.A., Ahmad, N., Anjum, M.A., 2019, Impacts of Abiotic Stresses on Growth and Development of Plants (M., Hasanuzzaman, M., Fujita, H., Oku, M.T., Islam, Eds.), *Plant Tolerance to Environmental Stress: Role of Phytoprotectants*, CRC Press, Boca Raton, pp. 1-9.
- Khumalo, G., Holechek, J., 2005, Relationships between Chihuahuan Desert perennial grass production and precipitation, *Rangeland Ecology and Management*, 58, 3, 239-246.
- Kır, H., Karadag, Y., Yavuz, T., 2018, The factors affecting yield and quality of Hungarian vetch + cereal mixtures in arid environmental conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 12a, 9049 - 9059.
- Klein, J.A., Harte, J., Zhao, X.Q., 2007, Experimental warming, not grazing, decreases rangeland quality on the Tibetan Plateau, *Ecological Applications*, 17, 2, 541-557.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Knox, N.M., Skidmore, A.K., Prins, H.H., Asner, G.P., Werff, H.M., Boer, W.F., Waal, C., Knekt, H.J., Kohi, E.M., Slotow, R., Grant, R.C., 2011, Dry season mapping of savanna forage quality, using the hyperspectral Carnegie Airborne Observatory sensor, *Remote Sensing of Environment*, 115, 6, 1478-1488.
- Koç, A., 1991, Güzelyurt köyü (Erzurum) meralarında otlatmaya başlama ve son verme zamanlarının belirlenmesi ile topraküstü bioması ve otun kimyasal kompozisyonunun yıl içerisindeki değişimi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 67 s.
- Koç, A., Gökkuş, A., 1993, Hayvan otlatılarak mer'alardaki yabancı otlarla mücadele, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24, 2, 133-141.
- Koç, A., Gökkuş, A., 1994, Güzelyurt köyü mera vejetasyonunun botanik kompozisyonu ve toprağı kaplama alanı ile bırakılacak en uygun anız yüksekliğinin belirlenmesi, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 18, 6, 498-500.
- Koç, A., Gökkuş, A., Serin, Y., 1994a, Türkiye'de çayır-meraların durumu ve erozyon yönünden önemi, *Ekoloji ve Çevre Dergisi*, 13, 36-41.
- Koç, A., Çomaklı, B., Gökkuş, A., Tahtacıoğlu, L., 1994b, Azot ve fosforla gübreleme ile korumanın Güzelyurt köyü (Erzurum) merasının bitki örtüsü üzerine etkileri, *Türkiye 1. Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-29 Nisan, İzmir, 78-82.
- Koç, A., 1995, Topografya ile toprak nem ve sıcaklığının mera bitki örtülerinin bazı özelliklerine etkileri, *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 181 s.
- Koç, A., Gökkuş, A., 1995, The change of above ground biomass, vegetation height and crude protein yield on the natural rangelands, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 19, 23-29.
- Koç, A., Gökkuş, A., 1996, Annual variation of above ground biomass, vegetation height and crude protein yield on the natural rangelands of Erzurum, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20, 4, 305-308.
- Koç, A., Gökkuş, A., 1999, The effect of topographical factors on forage and grazing periods and carrying capacity in Eastern Anatolia Region of Turkey. XVIII International Grassland Congress, 8-17 June, Canada, 21-22.
- Koç, A., Öztaş, T., Tahtacıoğlu, L., 2000a, Rangeland-livestock interaction in our near history problems and recommendations, *Proceedings of International Symposium on Desertification*, 13-17 June, Konya, Turkey, 293-298.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Koç, A., Gökkuş, A., Bakoğlu, A., Özaslan, A., 2000b, Erzurum'da Palandöken Dağı meralarının farklı lokasyonlarından alınan ot örneklerinde bazı kimyasal özelliklerin otlatma sezonundaki değişimi, International Animal Nutrition Congress, 4-6 September, Isparta, Turkey, 471-478.
- Koç, A., 2001, Autumn and spring drought periods affect vegetation on high elevation rangelands of Turkey, *Journal of Range Management*, 54, 622-627.
- Koç, A., Gökkuş, A., Altın, M., 2003, Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri, Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13 – 17 Ekim, Diyarbakır, 36-42.
- Koç, A., Çakal, Ş., 2004, Comparison of some rangeland canopy coverage methods, International Soil Congress Natural Resource Management for Sustainable Development, June 7-10, Erzurum, Turkey, 41-45.
- Koç, A., Sürmen, M., Kaçan, K., 2005, Erzincan ovası taban meralarının bitki örtülerinin mevcut durumu, Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Antalya, 847-850.
- Koç, A., Erkovan, H.İ., Serin, Y., 2008, Changes in vegetation and soil properties under semi-nomadic animal raising areas in highlands, rangelands of Turkey. *Current World Environment*, 3, 1, 15-20.
- Koç, A., Tan, M., Erkovan, H.İ., 2012, An overview of fodder resources and animal production in Turkey, Options Mediterranean, SerieA/102, New Approaches For Grassland Research In A Context Of Climate And Socio-Economic Changes, Zaragoza, CIHEAM, 15-22.
- Koç, A., Güllap, M.K., Erkovan, H.İ., 2013, The soil seed bank pattern in highland rangelands of Eastern Anatolian Region of Turkey under different grazing systems, *Turkish Journal of Field Crops*, 18, 1, 109-117.
- Koç, A., Kaya, A., Güllap, M.K., Erkovan, H.İ., Macit, M., Karaoğlu, M., 2014, The effect of supplemental concentrate feed on live weight gain of yearling heifers over grazing season in subirrigated rangelands of East Anatolia, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 38, 3, 278-284.
- Koç, A., İleri, O., 2016, Sığır veya koyun ile otlatılan Eskişehir ovası taban meralarının bitki örtülerinin karşılaştırılması, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, özel sayı-2, 179-184.
- Kordrostami, M., Rabiei, B., 2016, Breeding for Improved Crop Resistance to Osmotic Stress (M., Pessarakli, Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*, CRC Press, Boca Raton, pp. 593-602.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kuchenmeister, K., Kuchenmeister, F., Kayser, M., Wrage, M.N., Isselstein, J., 2013, Influence of drought stress on nutritive value of perennial forage legumes, *International Journal of Plant Production*, 7, 4, 693-710.
- Kumar, L., Schmidt, K.S., Dury, S., Skidmore, A.K., 2001, Imaging Spectrometry and Vegetation Science (F., Meer, S.M., Jong, Eds.), *Imaging Spectrometry*, Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands, pp. 111-155.
- Kurtz, D.B., Schellberg, J., Braun, M., 2010, Ground and satellite based assessment of rangeland management in sub-tropical Argentina, *Applied Geography*, 30, 210-220.
- Kutlu, H.R., 2008, Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Ders Notu, Adana, 65 s.
- Lauenroth, W.K., 1979, Grassland Primary Production, *North American Grasslands In Perspective, Perspectives In Grassland Ecology* (N.. French Ed.), *Ecological Studies*, 32, Springer, Verlag, Berlin, pp. 1-2.
- Leclerc, J.C., 2003., *Plant Ecophysiology*, Science Publishers Inc, New Hampshire, 290 p.
- Li, M., Wu, J., Song, C., He, Y., Niu, B., Fu, G., Tarolli, P., Tietjen, B., Zhang, X., 2019, Temporal variability of precipitation and biomass of alpine grasslands on the northern Tibetan Plateau, *Remote Sensing*, 11, 3, 360.
- Li, S., Lü, S., Liu, Y., Gao, Y., Ao, Y., 2015, Variations and trends of terrestrial NPP and its relation to climate change in the 10 CMIP5 models, *Journal of Earth System Science*, 124, 2, 395-403.
- Liu, D.C., Zhou, X.L., Zhao, P.T., Min, G.A.O., Han, H.Q., Hu, H.L., 2013, Effects of increasing non-fiber carbohydrate to neutral detergent fiber ratio on rumen fermentation and microbiota in goats, *Journal of Integrative Agriculture*, 12, 2, 319-326.
- Loehle, C., Rittenhouse, L.R., 1982, An analysis of forage preference indices diets of cattle, sheep. *Rangeland Ecology and Management*, 35, 3, 316-319.
- Ludewig, K., Donath, T.W., Zelle, B., Eckstein, R.L., Mosner, E., Otte, A., Jensen, K., 2015, Effects of reduced summer precipitation on productivity and forage quality of floodplain meadows at the Elbe and the Rhine River, *Plos One*, 10, 5, 1-17.
- Maas, E.V., 1986, Salt tolerance of plants, *Applied Agricultural Research*, 1, 12-26.
- MacAdam, J.W., Nelson, C.J., 2003, *Physiology of Forage Plants* (R.F., Barnes, C.J., Nelson, M., Collins, K.J., Moore, Eds.), *Forages: An Introduction to Grassland Agriculture*, 6th ed., Iowa State Press, Ames, pp. 73-97.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mahyou, H., Tychon, B., Balaghi, R., Louhaichi, M., Mimouni, J., 2016, A knowledge-based approach for mapping land degradation in the arid rangelands of North Africa, *Land Degradation and Development*, 27, 6, 1574-1585.
- Manske, L.L., 2000, Range plant growth and development are affected by environmental factors. North Dakota State University, Dickinson Research Extension Center Annual Report, 6 p.
- Marshall, J.K., 1973, Drought Land Use and Soil Erosion (J.V., Lovett, Ed.), *The Environmental, Economic and Social Significance of Drought*, Angus and Robertson, pp. 55- 77.
- Marshall, J.P., Krausman, P.R., Bleich, V.C., 2005, Rainfall, temperature, and forage dynamics affect nutritional quality of desert mule deer forage, *Rangeland Ecology and Management*, 58, 4, 360-365.
- Martin, K., Sauerborn, J., 2013, *Agroecology*, Springer, Amsterdam, The Netherlands, 330p.
- Mashiri, F.E., McClaran, M.P., Fehmi, J.S., 2008, Short-and long-term vegetation change related to grazing systems, precipitation, and mesquite cover, *Rangeland Ecology and Management*, 61, 4, 368-379.
- Matsushita, B., Yang, W., Chen, J., Onda, Y., Qiu, G. Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to topographic effects: A case study in high-density cypress forest, *Sensors*, 7, 2636–2651.
- Mayouf, R., Arbouche, F., 2015, Seasonal variations in the chemical composition and nutritional characteristics of three pastoral species from Algerian arid rangelands, *Livestock Research for Rural Development*, 27, 3, 2015.
- McGwire, K.C., Weltz, M.A., Finzel, J.A., Morris, C.E., Fenstermaker, L.F., McGraw, D.S., 2013, Multiscale assessment of green leaf cover in a semi-arid rangeland with a small unmanned aerial vehicle, *International Journal of Remote Sensing*, 34, 5, 1615-1632.
- Meen, A., 2001. Forage quality on the Arizona Strip. *Rangelands*, 23, 7-12.
- Mermer, A., Yıldız, H., Ünal, E., Aydoğdu, M., Özaydın, A., Dedeoğlu, F., Urla, Ö., Aydoğmuş, O., Torunlar, H., Tuğaç, M., Avağ, A., Ünal, S., Mutlu, Z., 2015, Monitoring rangeland vegetation through time series satellite images (NDVI) in Central Anatolia Region, *Agro Geoinformatics, Fourth International Conference*, 20-24 July, İstanbul, Turkey, 213-216,
- Mirik, M., Norland, J.E., Crabtree, R.L., Biondini, M.E., 2005a, Hyperspectral one-meter-resolution remote sensing in Yellowstone National Park Wyoming: I. forage nutritional values, *Rangeland Ecology and Management*, 58, 453-458.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mirik, M., Norland, J.E., Crabtree, R.L., Biondini, M.E., 2005b, Hyperspectral one-meter-resolution remote sensing in Yellowstone National Park Wyoming: II. biomass, *Rangeland Ecology and Management*, 58, 459-465.
- Mirik, M., Ansley, R.J., 2012a, Comparison of ground-measured and image-classified mesquite (*Prosopis glandulosa*) canopy cover, *Rangeland Ecology and Management*, 65, 85-95.
- Mirik, M., Ansley, R.J., 2012b, Utility of satellite and aerial images for quantification of canopy cover and infilling rates of the invasive woody species Honey Mesquite (*Prosopis Glandulosa*) on rangeland, *Remote Sensing*, 4, 7, 1947-1962.
- Moeslund, J.E., Arge, L., Bøcher, P.K., Dalgaard, T., Svenning, J.C., 2013, Topography as a driver of local terrestrial vascular plant diversity patterns, *Nordic Journal of Botany*, 31, 2, 129-144.
- Moleele, N., Ringrose, S., Arnberg, W., Lunden, B., Vanderpost, C., 2001, Assessment of vegetation indexes useful for browse (forage) prediction in semi-arid rangelands, *International Journal of Remote Sensing*, 22, 5, 741-756.
- Molinar, F., Galt, D., Holechek, J., 2001, Managing for mulch. *Rangelands*, 23, 4, 3-7.
- Molinar F., Navarro J., Holechek J., Galt D., Thomas M., 2011, Long-term vegetation trends on grazed and ungrazed Chihuahuan Desert Rangelands, *Rangeland Ecology and Management*, 64, 1, 104-108.
- Mountousis, I., Papanikolaou, K., Chatzitheodoridis, F., Roukos, C., Papazafeiriou, A., 2006, Monthly chemical composition variations in grazable material of semi-arid rangelands in north-western Greece, *Livestock Research for Rural Development*, 18, 11, 1-11.
- Mountousis, I., Papanikolaou, K., Stanogias, G., Chatzitheodoridis, F., Roukos, C., 2008, Seasonal variation of chemical composition and dry matter digestibility of rangelands in NW Greece, *Journal of Central European Agriculture*, 9, 3, 547-555.
- Mut, H., Ayan, İ., Acar, Z., Başaran, U., Önal, Ö., 2010, The effect of different improvement methods on pasture yield and quality of hay obtained from the abandoned rangeland, *Turkish Journal of Field Crops*, 15, 2, 198-203.
- Mutanga, O., Skidmore, A.K., 2004, Narrow band vegetation indices overcome the saturation problem in biomass estimation, *International Journal of Remote Sensing*, 25, 19, 3999-4014.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mutanga O.H., Prins H.T., Skidmore A.K., Wieren S., Huizing H., Grant R., Peel M., Biggs H., 2004, Explaining grass-nutrient patterns in a savanna rangeland of Southern Africa, *Journal of Biogeography* 31, 5, 819-829.
- Müftüoğlu, N.M., Türkmen, C., Çıkılı, Y., 2014, Toprak ve Bitkide Verimlilik Analizleri, Nobel Akademik Yayıncılık, 216 s.
- Nahidan, S., Nourbakhsh, F., Mosaddeghi, M.R., 2015, Variation of soil microbial biomass C and hydrolytic enzyme activities in a rangeland ecosystem: are slope aspect and position effective?, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61, (6), 797-811.
- Nearing, M.A., Jetten, V., Baffaut, C., Cerdan, O., Couturier, A., Hernandez, M., LeBissonnais, L., Nichols, M.H., Nunes, J.P., Renschler, C.S., Souchère, V., Van Oost K., 2005, Modeling response of soil erosion and runoff to changes in precipitation and cover, *Catena*, 61, 2-3, 131-154.
- Ogden, P.R., 1980, Meeting the physiological requirements of a plant with grazing systems. *Processing of Grazing Management Systems for Southwest Rangelands Symposium*, New Mexico, p. 37-48.
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., 1982, Phosphorus, *Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition*, Agronomy No: 9, 403-427.
- Öztaş, T., Koç, A., Çomaklı, B., 2003, Changes in vegetation and soil properties along a slope on overgrazed and eroded rangelands, *Journal of Arid Environments*, 55, 1, 93-100.
- Paruelo, M.J., Oesterheld, M., Di Bella, C.M., Arzadum, M., Lefontaine, J., Cahuepe, M., Rebella, C.M., 2000, Estimation of primary production of subhumid rangelands from remote sensing data, *Applied Vegetation Science*, 3, 189-195.
- Patton, B.D., Dong, X., Nyren, P.E., Nyren, A., 2007, Effects of grazing intensity, precipitation, and temperature on forage production, *Rangeland Ecology and Management*, 60, 6, 656-665.
- Perryman, B.L., Laycock, W.A., Bruce, L.B., Crane, K.K., Burkhardt, J.W., 2005, Range readiness is an obsolete management tool, *Rangelands*, 27, 2, 36-42.
- Pettorelli, N., Ryan, S., Mueller, T., Bunnefeld, N., Jędrzejewska, B., Lima, M., Kausrud, K., 2011, The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): unforeseen successes in animal ecology, *Climate Research*, 46, 1, 15-27.
- Piñeiro, G., Oesterheld, M., Paruelo, J.M., 2006, Seasonal variation in aboveground production and radiation-use efficiency of temperate rangelands estimated through remote sensing, *Ecosystems*, 9, 3, 357-373.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Polley, H.W., Briske, D.D., Morgan, J.A., Wolter, K., Bailey, D.W., Brown, J.R., 2013, Climate change and North American rangelands: trends, projections, and implications, *Rangeland Ecology and Management*, 66, 5, 493-511.
- Przeszlowska, A., Trlica, M.J., Weltz, M.A., 2006, Near-ground remote sensing of green area index on the shortgrass prairie, *Rangeland Ecology and Management* 59, 422-430.
- Pullanagari, R.R., Yule, I.J., Hedley, M.J., Tuohy, M.P., Dynes, R.A., King, W.M., 2012, Multi-spectral radiometry to estimate pasture quality components, *Precision Agriculture*, 13, 4, 442-456.
- Rad, E.B., Mesdaghi, M., Ahmad, N., Abdullah, M., 2015, Nutritional quality and quantity of available forages relative to demand: a case study of the goitered gazelles of the Golestan National Park, Iran, *Rangelands*, 37, 2, 68-80.
- Ramírez, R.G., Foroughbackhch, R., Hauad, L., Alba-Avila, J., García-Castillo, C.G., Espinosa-Vázquez, M., 2001, Seasonal variation of in situ digestibility of dry matter, crude protein and cell wall of total plant leaves and stems of Nueces Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.), *Journal of Applied Animal Research*, 20, 1, 73-82.
- Ramoelo, A., Cho, M.A., Madonsela, S., Mathieu, R., Korchove, R., Kaszta, Z., Wolf E., 2014, A potential to monitor nutrients as an indicator of rangeland quality using space borne remote sensing, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 18, 1, 012094, IOP Publishing.
- Reeves, M.C., Baggett, L.S., 2014, A remote sensing protocol for identifying rangelands with degraded productive capacity, *Ecological Indicators*, 43, 172-182.
- Ren, H., Han, G., Schönbach, P., Gierus, M., Taube, F., 2016, Forage nutritional characteristics and yield dynamics in a grazed semiarid steppe ecosystem of inner Mongolia, China, *Ecological Indicators*, 60, 460-469.
- Ren, Q.C., Jin, X., Zhang, Z.H., Yang, H.J., Li, S.L., 2015, Effects of dietary neutral detergent fibre to protein ratio on duodenal microbial nitrogen flow and nitrogen losses in lactating cows fed high-concentrate total mixed rations with different forage combinations, *Journal of Agricultural Science*, 153, 4, 753–764.
- Reyes, O., Murillo, M., Herrera, E., Carrete, F.O., 2016, Seasonal and annual changes in the quality of native rangeland selected by grazing steers in northern Mexico, *Ciencia e Investigación Agraria*, 43, 2, 203-212.
- Rezaei, S.A., Gilkes, R.J., 2005, The effects of landscape attributes and plant community on soil physical properties in rangelands, *Geoderma*, 125, 1-2, 145-154.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rezaei, S.A., Arzani, H., Tongway, D., 2006, Assessing rangeland capability in Iran using landscape function indices based on soil surface attributes, *Journal of Arid Environments*, 65, 3, 460-473.
- Rhodes, B.D., Sharrow, S.H., 1990, Effect of grazing by sheep on the quantity and quality of forage available to big game in Oregon's Coast Range, *Rangeland Ecology and Management*, 43, 3, 235-237.
- Richards, L.A., 1954, *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. United States Department of Agriculture Handbook 60, 94 p.
- Riddle, R.R., Taylor, C.A., Kothmann, M.M., Huston, J.E., 1996, Volatile oil contents of ashe and redberry juniper and its relationship to preference by Angora and Spanish goats, *Rangeland Ecology and Management*, 49, 1, 35-41.
- Rissman, A.R., Reiner, R., Merenlender, A.M., 2007, Monitoring natural resources on rangeland conservation easements, *Rangelands*, 29, 3, 21-27.
- Rittenhouse, L.R., Streeter, C.L., Clanton, D.C., 1971, Estimating digestible energy from digestible dry and organic matter in diets of grazing cattle, *Rangeland Ecology and Management*, 24, 1, 73-75.
- Rohweder, D.A., Barnes, R.F. ve Jorgensen, N., 1978, Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality, *Journal of Animal Sciences*, 47, 747-759.
- Rouse, J.W., Hass, R.H., Schell, J.A., Deering D.W.. 1973. Monitoring vegetation systems in The Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP-351, U.S. Government Printing Office, Washington, DC: 309-317.
- Rowley, R.J., Price, K.P., Kastens, J.H., 2007, Remote sensing and the rancher: Linking rancher perception and remote sensing, *Rangeland Ecology and Management*, 60, 4, 359-368.
- Rumpf, T., Mahlein, A.K., Steiner, U., Oerke, E.C., Dehne, H.W., Plümer, L., 2010, Early detection and classification of plant diseases with support vector machines based on hyperspectral reflectance, *Computers and Electronics in Agriculture*, 74, 1, 91-99.
- Safaei, M., Jafari, R., Bashari, H., Esfahani, S.F., 2018, Mapping and monitoring of the structure and function of rangeland ecosystems in central Zagros, Iran, *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 11, 662.
- Sağlam, M.T., 1994, *Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri*. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No; 189, Tekirdağ, 154 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sala, O.E., Parton, W.J., Joyce, L.A., Lauenroth, W.K., 1988, Primary production of the central grassland region of the United States, *Ecology*, 69, 1, 40-45.
- Sanaei, A., Chahouki, M.A.Z., Ali, A., Jafari, M., Azarnivand, H., 2018, Abiotic and biotic drivers of aboveground biomass in semi-steppe rangelands, *Science of the Total Environment*, 615, 895-905.
- Sant, E.D., Simonds, G.E., Ramsey, R.D., Larsen, R.T., 2014, Assessment of sagebrush cover using remote sensing at multiplespatial and temporal scales, *Ecological Indicators*, 43, 297-305.
- SAS Institute Inc., 2011, Base SAS 9.3 Procedures Guide [computer program], 536 p.
- Schmidt, T.L., Stubbendieck, J., 1993, Factors influencing eastern redcedar seedling survival on rangeland, *Rangeland Ecology and Management*, 46, 5, 448-451.
- Schulze, E.D., Beck, E., Müller-Hohenstein, K., 2002, *Plant Ecology (Pflanzenökologie)*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 807 p.
- Schut, A., Gherardi, S., Wood, D., 2010, Empirical models to quantify the nutritive characteristics of annual pastures in south-west Western Australia, *Crop and Pasture Science*, 61, 32-43.
- Serin, Y., Tan, M., Koç, A., Zengin, H., Karaca, A., Şentürk, T., Özçelik, H., 2008, Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 468 s.
- Serrano, J., Sales-Baptista, E., Shahidian, S., Silva, J.M., Oliveira, I.F., Castro, J.L., Pereira, A., D'Abreu, M.C., Carvalho, M., 2018, Proximal sensors for monitoring seasonal changes of feeding sites selected by grazing ewes, *Agroforestry Systems*, 1-15.
- Seydoşoğlu, S., Kökten, K., 2018, Batman İli Beşiri İlçesi mera vejetasyonlarının bazı özellikleri, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55, 4, 131-140.
- Sidari, M., Ronzello, G., Vecchio, G., Muscolo, A., 2008, Influence of slope aspects on soil chemical and biochemical properties in a *Pinus laricio* forest ecosystem of Aspromonte (Southern Italy), *European Journal of Soil Biology*, 44, 4, 364-372.
- Siebert, S., Ewert, F., 2012, Spatio-temporal patterns of phenological development in Germany in relation to temperature and day length, *Agricultural and Forest Meteorology*, 152, 44-57.
- Simanton, J.R., Weltz, M.A., Larsen, H.D., 1991, Rangeland experiments to parameterize the water erosion prediction project model: vegetation canopy cover effects, *Rangeland Ecology and Management*, 44, 3, 276-282.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sinclair, T.R., Ray, J.D., Premazzi, L.M., Mislevy, P., 2004, Photosynthetic photon flux density influences grass responses to extended photoperiod, *Environmental and Experimental Botany*, 51, 1, 69-74.
- Singh, L., Mutanga, O., Mafongoya, P., Peerbhay, K., 2017, Remote sensing of key grassland nutrients using hyperspectral techniques in KwaZulu-Natal, South Africa, *Journal of Applied Remote Sensing*, 11, 3, 036005.
- Smith, H.W., Weldon, M.D., 1941, A comparison of some methods for the determination of soil organic matter. *Soil Science American Proceedings*, 5, 177-182.
- Snyman, H.A., 1998, Dynamics and sustainable utilization of rangeland ecosystems in arid and semi-arid climates of southern Africa, *Journal of Arid Environments*, 39, 4, 645-666.
- Snyman, H.A., 2002, Fire and the dynamics of semi-arid grassland: influence of soil characteristics, *African Journal of Range and Forage Science*, 19, 3, 137-145.
- Song, Y.H., Ito, S., Imaizumi, T., 2010, Similarities in the circadian clock and photoperiodism in plants, *Current Opinion in Plant Biology*, 13, 5, 594-603.
- Starks, P.J., Samuel, W.C., William, A.P., 2004, Determination of forage chemical composition using remote sensing, *Rangeland Ecology and Management* 57, 6, 635-640.
- Starks, P., Zhao, D., Phillips, W., Brown, M., Coleman, S., 2005, Productivity and forage quality of warm season grass pastures in relation to canopy reflectance in ASTER wavebands, *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Proceedings*, 14 p.
- Starks, P.J., Zhao, D., Phillips, W.A., Coleman, S.W., 2006, Herbage mass, nutritive value and canopy spectral reflectance of bermudagrass pastures, *Grass and Forage Science*, 61, 2, 101-111.
- Starks, P.J., Zhao, D., Brown, M.A., 2008, Estimation of nitrogen concentration and in vitro dry matter digestibility of herbage of warm-season grass pastures from canopy hyperspectral reflectance measurements, *Grass and Forage Science*, 63, 2, 168-178.
- Stavi, I., Ungar, E.D., Lavee, H., Sarah, P., 2008, Grazing-induced spatial variability of soil bulk density and content of moisture, organic carbon and calcium carbonate in a semi-arid rangeland, *Catena*, 75, 3, 288-296.
- Sternberg, M., Gutman, M., Perevolotsky, A., Ungar, E.D., Kigel, J., 2000, Vegetation response to grazing management in a Mediterranean community: a functional group approach, *Journal of Applied Ecology* 37, 224-237.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sternberg, M., Shoshany, M., 2001, Influence of slope aspect on Mediterranean woody formations: comparison of a semiarid and an arid site in Israel, *Ecological Research*, 16, 2, 335-345.
- Stow, D., Petersen, A., Hope, A., Engstrom, R., Coulter, L., 2007, Greenness trends of Arctic tundra vegetation in the 1990s: comparison of two NDVI data sets from NOAA AVHRR systems, *International Journal of Remote Sensing*, 28, 21, 4807-4822.
- Studebaker, G.A., 1985, A rationalized arcsine transform, *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 28, 3, 455-462.
- Sutton, J.D., Aston, K., Beever, D.E., Fisher, W.J., 1994, Milk production from grass silage diets: the relative importance of the amounts of energy and crude protein in the concentrates, *Animal Science*, 59, 3, 327-334.
- Suzuki, Y., Okamoto, H., Takahashi, M., Kataoka, T., Shibata, Y., 2012, Mapping the spatial distribution of botanical composition and herbage mass in pastures using hyperspectral imaging, *Grassland Science*, 58, 1, 1-7.
- Sürmen, M., 2004, Yerleşim yerlerinden uzaklığa göre Kümbet Köyü (Erzurum) mera bitki örtüsünün değişimi, *Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum*, 59 s.
- Sürmen, M., Kara, E., 2018, Aydın ili ekolojik koşullarında farklı eğimlerdeki mera vejetasyonlarının verim ve kalite özellikleri, *Derim*, 35, 1, 67-72.
- Svejcar, T., Angell, R., Miller, R., 1999, Fixed location rain shelters for studying precipitation effects on rangelands, *Journal of Arid Environments*, 42, 3, 187-193.
- Şahin, B., Aslan, S., Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Özaydın, K.A., Avağ, A., Yıldız, H., Aydoğmuş, O., 2015, Çankırı ili meralarının floristik özellikleri, *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24,1, 1-15.
- Şen, M., 2018, Türklerde kışlağ ve yaylağ kavramları üzerine düşünceler, *Çukurova Üniversitesi Türkoloji Araştırmaları Dergisi*, 3, 2, 131-148.
- Tan, M., Severoğlu, S., Yazıcı, A., 2019, Çayır ve meralarda yetişen bazı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin besleme değerlerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, 3, 1776-1784.
- Teka, H., Madakadze, I.C., Angassa, A., Hassen, A., 2012, Effect of seasonal variation on the nutritional quality of key herbaceous species in semi-arid areas of Borana, Ethiopia, *Indian Journal of Animal Nutrition*, 29, 4, 324-332.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Thenkabail, P.S., Smith, R.B., Pauw, E., 2000, Hyperspectral vegetation indices and their relationships with agricultural crop characteristics, *Remote Sensing Environment*, 71, 2, 158-182.
- Thomas, B., Vince-Prue, B., 1997, *Photoperiodism in Plants* (2nd ed.), San Diego, CA Academic Press, 415 p.
- Thomson, A.G., Jones, C., 1990, Effects of topography on radiance from upland vegetation in North Wales, *International Journal of Remote Sensing*, 11, 5, 829-840.
- Thurow, T.L., Hussein A.J., 1989, Observations on vegetation responses to improved grazing systems in Somalia, *Journal of Range Management*, 42, 16-19.
- Thurow, T.L., 1991, *Hydrology and Erosion, Grazing Management: An Ecological Perspective*, Timber Press, Portland, Oregon, 141-160.
- Tischler, C.R., Voigt, P.W., Monk, R.L., 1997, Characterization of subcoleoptile internode elongation in grasses grown in low light, *Journal of Plant Physiology*, 151, 4, 465-470.
- Torrano, L., Valderrábano, J., 2005, Grazing ability of European black pine understorey vegetation by goats, *Small Ruminant Research*, 58, 3, 253-263.
- Tölu, C., Alatürk, F., Gökkuş, A., Savaş, T., 2016, Seasonal changes in daily behavioral rhythms of Gökçeada sheep grazed into rangeland with intense prickly burnet (*Sarcopoterium spinosum*) cover, *Scientific Paper Series, The International Session of Scientific Communications of the Faculty of Animal Science*, 59, 262-267.
- Tueller, P.T., 1989, Remote sensing technology for rangeland management applications, *Rangeland Ecology and Management*, 42, 6, 442-453.
- Tüfekçi, H., Mülayim, M., 2017, Otlatılan sürülerin GPS takip cihazı yardımıyla mera kullanım miktarlarının belirlenmesi, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31, 3, 1-9.
- TÜİK, 2019, Bitkisel Üretim İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001, erişim tarihi 27.01.2020, 19.45.
- Tükel, T., 1984, Comparison of grazed and protected mountain steppe rangeland in Ulukisla, Turkey, *Rangeland Ecology and Management*, 37, 2, 133-135.
- Türe, C., Böcük, H., 2007, An investigation on the diversity, distribution and conservation of Poaceae species growing naturally in Eskisehir province (Central Anatolia-Turkey), *Pakistan Journal of Botany*, 39, 4, 1055.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1995, Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 209, Teknik Yayınlar No: T.66, Ankara, 230 s.
- Ünal, E., 2011, Işık kullanım etkinliği (LUE) modeli ile Çankırı ilindeki meralarda biyokütle tahmini, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 131 s.
- Ünal, E., Mermer, A., Yıldız, H., 2014, Assessment of rangeland vegetation condition from time series NDVI data, Journal of Field Crops Central Research Institute, 23, 1, 14-21.
- Ünal, S., Dedebali, M., Öcal, M.B., 2010, Ecological interpretations of rangeland condition of some villages in Kırıkkale province of Turkey, Turkish Journal of Field Crops, 15, 1, 43-49.
- Ünal, S., Mutlu, Z., Urla, Ö., Şahin, B., Koç, A., 2013, The determination of indicator plant species for steppe rangelands of Nevşehir Province in Turkey, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37, 4, 401-409.
- Vallentine, J.F., 2000, Grazing Management, Academic Press, Inc., San Diego, CA, 659 p.
- Van den Bosch, S., Guevara, J.C., Tacchini, F.M., Estevez, O.R., 1997, Nutrient content of browse species in the arid rangelands of the Mendoza plain, Argentina, Journal of Arid Environments, 37, 2, 285-298.
- Van Soest, P.J., 1982, Nutritional ecology of the ruminant, ruminant metabolism, In: Fermentation and the Chemistry of Forages and Plant Fibers. Cornell University Press, Ithaca, New York, 137 pp.
- Van Soest, P.V., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991, Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition, Journal of dairy science, 74, 10, 3583-3597.
- Vermeire L.T., Bidwell T.G., 2002, Intensive early stocking. Oklahoma Cooperative Extension Service, Oklahoma, F-2875, 1-4.
- Vickery, P.J., Hill, M.J., Donald, G.E., 1997, Satellite derived maps of pasture growth status: association of classification with botanical composition, Australian Journal of Experimental Agriculture, 37, 5, 547-562.
- Volenc, J.J., Nelson, C.J., 2003, Environmental Aspects of Forage Management (R.F., Barnes, C.J., Nelson, M., Collins, K.J., Moore, Eds.), Forages: An Introduction to Grassland Agriculture, 6th ed., Iowa State Press, Ames., p. 99-124.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Walker, D.A., Epstein, H.E., Raynolds, M.K., Kuss, P., Kopecky, M.A., Frost, G.V., Daniels F.J.A., Leibman, M.O., Moskalenko, N.G., Matyshak, G.V., Khitun, O.V., Khomutov, A.V., Forbes, B.C., Bhatt, U.S., Nade A.N., Vonlanthen, C.N., Tichy, L. 2012, Environment, vegetation and greenness (NDVI) along the North America and Eurasia Arctic transects, *Environmental Research Letters*, 7, 1, 015504.
- Wang, C.T., Long, R.J., Wang, Q.J., Ding, L.M., Wang, M.P., 2007, Effects of altitude on plant-species diversity and productivity in an alpine meadow, Qinghai–Tibetan plateau, *Australian Journal of Botany*, 55, 2, 110-117.
- Wang, J., Rich, P.M., Price, K.P., 2003, Temporal responses of NDVI to precipitation and temperature in the central Great Plains, USA, *International Journal of Remote Sensing*, 24, 11, 2345-2364.
- Weber, K.T., Chen, F., Booth, D.T., Raza, M., Serr, K., Gokhale, B., 2013, Comparing two ground-cover measurement methodologies for semiarid rangelands, *Rangeland Ecology and Management*, 66, 1, 82-87.
- Wessels, K.J., Prince, S.D., Zambatis, N., MacFadyen, S., Frost, P.E., Van Zyl, D., 2006, Relationship between herbaceous biomass and 1-km² Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) NDVI in Kruger National Park, South Africa, *International Journal of Remote Sensing*, 27, 5, 951-973.
- White, G.R., 1999, Standing crop dynamics and productive potential of southwestern Oregon rangelands, M. Sc. Thesis, Oregon State University, 109 p.
- Windham, W.R., Mertens, D.R., Barton, F.E., 1989, Protocol for NIRS calibration: sample selection and equation development and validation, near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), *Analysis of Forage Quality*, 96-103.
- Xiaoping, W., Ni, G., Kai, Z., Jing, W., 2011, Hyperspectral remote sensing estimation models of aboveground biomass in Gannan rangelands, *Procedia Environmental Sciences*, 10, 697-702.
- Xie, G., Zhang, Y., Lu, C., Zheng, D., Cheng, S., 2001, Study on valuation of rangeland ecosystem services of China, *Journal of Natural Resources*, 16 ,1, 47-53.
- Yang, S., Feng, Q., Liang, T., Liu, B., Zhang, W., Xie, H., 2018, Modeling grassland above-ground biomass based on artificial neural network and remote sensing in the Three-River Headwaters Region, *Remote Sensing of Environment*, 204, 448-455.
- Yavuz, T., Karadağ, Y., 2016. Kıraç koşullarda yapay mera karışımlarının verim ve kalite performansları, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6, 4, 155-162.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yıldırım, E., 2018, Bozkır kültürünün ortaya çıkışı hakkında bir görüş, I. Uluslararası Türk Kültürü ve Tarihi Sempozyumu, 19-21 Nisan, İstanbul, 733-736.
- Yıldız, A., Özyazıcı, M.A., 2017, Karasal iklim kuşağında bulunan bir meranın farklı yöneylerinde botanik kompozisyonun, ot verimi ve ot kalitesinin belirlenmesi, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4, 3, 218-231.
- Yoder, P.S., St-Pierre, N.R., Daniels, K.M., O'Diam, K.M., Weiss, W.P., 2013, Effects of short-term variation in forage quality and forage to concentrate ratio on lactating dairy cows, Journal of Dairy Science, 96, 10, 6596-6609.
- Young, J.A., Clements, C.D., 2007, Cheatgrass and grazing rangelands, Rangelands, 29, 6, 15-21.
- Zhang, B., Zhang, L., Xie, D., Yin, X., Liu, C., Liu, G., 2016, Application of synthetic NDVI time series blended from Landsat and MODIS data for grassland biomass estimation, Remote Sensing, 8, 1, 10.
- Zhao, D., Starks, P.J., Brown, M.A., Phillips, W.A., & Coleman, S.W., 2007, Assessment of forage biomass and quality parameters of bermudagrass using proximal sensing of pasture canopy reflectance. Grassland Science, 53, 1, 39-49.
- Zhou, Y., Zhang, L., Xiao, J., Chen, S., Kato, T., Zhou, G., 2014, A comparison of satellite-derived vegetation indices for approximating gross primary productivity of grasslands. Rangeland Ecology and Management, 67, 1: 9-18.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Onur İLERİ

Yabancı Dil: İngilizce – İspanyolca

Doğum Yeri ve Yılı: Eskişehir – 1989

eposta: oileri@ogu.edu.tr / onur_ileri@hotmail.com

Eğitim Bilgileri

* Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü 2007-2011.

* Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri A.B.D. 2012-2015.

* Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri A.B.D. 2015-2020.