

**GÜNEYBATI ANADOLU'DA RAKIMSAL BİR GRADİYENT
BOYUNCA BİTKİ KOMÜNİTELERİNİN FONKSİYONEL
KARAKTER YAPISININ DEĞİŞİMİ**

**CHANGE IN FUNCTIONAL TRAIT STRUCTURE OF
PLANT COMMUNITIES ALONG AN ELEVATIONAL
GRADIENT IN SOUTHWESTERN ANATOLIA**

ZEYNEP LADİN COŞGUN

PROF. DR ÇAĞATAY TAVŞANOĞLU
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2022

ÖZET

GÜNEYBATI ANADOLU'DA RAKIMSAL BİR GRADİYENT BOYUNCA BİTKİ KOMÜNİTELERİNİN FONKSİYONEL KARAKTER YAPISININ DEĞİŞİMİ

Zeynep Ladin COŞGUN

Yüksek Lisans, Biyoloji (Ekoloji) Bölümü
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU

Eylül 2022, 70 sayfa

Fonksiyonel karakterler, türlerin yaşadıkları çevreye ve ekolojik koşullara göre sahip olduğu uyarlanmaları, hayatta kalabilirliklerini ve nesillerinin devamını doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen ölçülebilir ve gözlemlenebilir karakterler bütünüdür. Fonksiyonel karakterler, türlerin yaşam öyküsü karakterlerini ve evrimsel-biyocoğrafik tarihini anlamakla doğrudan ilişkilidir. Bitki komünite dinamiklerini ve bitki komünitelerinin müdahalelere verdikleri cevapları anlamak için, fonksiyonel karakter yaklaşımı son yıllarda ekolojik çalışmalarda sıkça kullanılmaya başlanmıştır. Sahip olduğu yüksek seviyedeki tür çeşitliliğine karşın, Anadolu'da bu alanda yapılmış çalışma sayısı oldukça azdır. Türkiye'de rakımsal bir gradiyent boyunca bitki fonksiyonel karakterlerinin komünite düzeyindeki değişimi ise hiç araştırılmamış bir konudur. Bu tez çalışması kapsamında güneybatı Anadolu'da farklı Akdeniz vejetasyon kuşaklarını içeren deniz seviyesinden 3007 m'ye kadar yükselen bir rakımsal gradiyent boyunca, bitki komünitelerinin fonksiyonel karakter örüntüsündeki değişimler araştırılmıştır. Çalışmada, bitki karakterlerinin rakımsal gradiyentle ve iklimsel değişkenler ile olan ilişkisi ortaya konmuştur. Rakımsal gradiyent boyunca doğrudan arazi örneklemeyle yaprak ve gövde örnekleri toplanarak uygun yöntemlerle fonksiyonel karakterlerin arazi ve laboratuvar ölçümleri alınmıştır. Ölçülen temel fonksiyonel karakterlerin başlıcaları; yaprak özgül alanı, kalınlığı, bitki boyu, gövde yoğunluğu, yaprak kuru madde içeriğidir. Analizler sonucunda elde edilen bulgularla Akdeniz için temsili olduğu düşünülen bir dağda rakımsal gradiyent boyunca komünitelerdeki fonksiyonel karakter örüntüsü, karakterlerdeki değişim ve çeşitlilik ortaya konmuş, ayrıca komüniteler boyunca bitkilerin farklı büyüme şekillerine göre karakterlerin dağılımı incelenmiştir. Rakım arttıkça komünitelerin bitki karakterleri yapısında görülen değişimler, temel istatistikler, genelleştirilmiş toplamsal modeller ve doğrusal modellerle sınanmıştır. Birçok karakter için rakım gradiyenti boyunca doğrusal ilişki saptanmamış, değişim daha çok salınım şeklinde kendini göstermiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, Akdeniz Havzasında rakımsal gradiyent çalışmalarında, gradiyentin tüm Akdeniz kuşaklarını barındırması ve deniz seviyesinden dağ zirvesine kadar geniş bir aralığı kapsamasının, gradiyent boyunca fonksiyonel karakter değişimlerinin saptanmasında gerekli olduğunu göstermiştir. Ayrıca literatüre Anadolu gibi kıymetli bir coğrafyadan veri sağlaması, uzun vadede koruma biyolojisi odaklı çalışmalar için kaynak oluşturması ve bu alanda yapılabilecek diğer çalışmalar için öncü nitelikte olmasıyla ekoloji alanına katkı sunacaktır.

Anahtar Kelimeler: Akdeniz dağ ekosistemleri, bitki fonksiyonel karakterleri, fonksiyonel çeşitlilik, komünite ağırlıklı ortalamaları, komünite ekolojisi, rakımsal gradiyent.

ABSTRACT

CHANGE IN FUNCTIONAL TRAIT STRUCTURE OF PLANT COMMUNITIES ALONG AN ELEVATIONAL GRADIENT IN SOUTHWESTERN ANATOLIA

Zeynep Ladin COŞGUN

Master Thesis, Department of Biology
Supervisor: Prof. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU
September 2022, 70 pages

Functional traits are the set of measurable and observable traits that directly or indirectly affect the adaptation of species to their environment and ecological conditions, their survival, and the continuation of their generation. Functional traits are directly related to understanding the life history traits and evolutionary-biogeographic history of species. To understand plant community dynamics and plant communities' responses to interventions, the functional traits approach has been widely used in ecological studies in recent years. Despite the high level of species diversity it has, the number of studies conducted in this area in Anatolia is quite low. Within the scope of this thesis, the changes in the functional trait pattern of plant communities along an altitude gradient rising from sea level to 3007 m including different Mediterranean vegetation belts in southwestern Anatolia were investigated. In the study, the relationship of plant functional traits with altitude gradient and climatic variables was revealed. Leaf and stem samples were collected by direct field sampling along the altitude gradient, and field and laboratory measurements of functional traits were taken with appropriate methods. The main functional traits measured are leaf specific area, thickness, plant height, stem density, leaf dry matter content. With the findings obtained as a result of the analysis, the functional trait pattern, the change and diversity in the communities along the altitude gradient on a mountain that is thought to be representative for the Mediterranean were revealed, and the distribution of the traits according to the different growth patterns of the plants throughout the communities was examined. The changes in the plant trait structure of the communities as the altitude increased were tested with basic statistics, generalized additive models and linear models. For many traits, a linear relationship was not detected along the altitude gradient, the change manifested itself in the form of oscillations. The findings obtained from the study showed that the gradient's covering all Mediterranean belts and a wide range from sea level to the mountain peak, in the studies of altitude gradients in the Mediterranean Basin, showed functional trait changes along the gradient. demonstrated that it is necessary to identify In addition, it will contribute to the field of ecology by providing data to the literature from a valuable geography such as Anatolia, creating a resource for studies focused on conservation biology in the long term, and being a pioneer for other studies that can be done in this field.

Keywords: Mediterranean mountain ecosystems, plant functional traits, functional diversity, community weighted averages, community ecology, altitude gradient.

TEŞEKKÜR

2017’de laboratuvarında lisans öğrencisi olarak çalışmaya ilk başladığımda en çok şaşırdığım şey akademik çalışmaların adı geçmeyen çok fazla kişinin ortak emeğiyle ve en ufak şeylerin bile çok büyük emekle -ve imkansızlıklarla- yapıldığını görmemdi. Umarım ilerleyen senelerde hem üniversitem, hem lab.ımız, hem de ülkemiz bilim emekçileri daha iyi olanaklarla, daha az emekle dünya çapındaki bu küresel bilim endüstrisinde daha adil koşullarla rekabet eder. Bu tez çalışması da birçok kişinin oldukça özverili ve kolektif çalışmasıyla gerçekleşti, onlarca öğrenci gelip gönüllü olarak ve en iyi şekilde çalıştı, hepinize ayrı ayrı müteşekkirim. Teşekkürde sınır olduğu için adlarınızı yazmayı çok istesem de emeği çok fazla olan birkaç kişiye özel olarak teşekkür etmek istiyorum.

Öncelikle bu çalışmadaki fiziki katkısı için olmak üzere, neredeyse tüm arazi çalışmalarındaki şoförlüğümü yapan, arazi örneklemelerinde yoğun şekilde çalışan lisans yıllarımdan beri birlikte çalıştığım, laboratuvardaki farklı alanlardaki projelere ve deneylere katılmama imkan sağlayan, ekolojik ve istatistiksel bakış açısını ve tecrübelerini bana aktaran, çoğunlukla danışmandan önce çalışma arkadaşı olarak da gördüğüm Prof. Dr. Çağatay TAVŞANOĞLU’na teşekkür ederim.

7 ay boyunca tüm arazi çalışmalarında maksimum 4 saatlik uykularla, onlarca gün arazideki tüketici tempoda, her zaman yüzümü güldüren, birlikte yattığımız, sürdüğümüz, şikayet ettiğimiz, bazen yokuş aşağı emeklediğimiz ve dağlara seslendiğimiz ve buraya sığdıramayacağım kadar çok eğlendiğimiz, bunu hiçbirimiz için unutulmaz bir maceraya çeviren, ben kendi tezimden vazgeçtiğimde bile tezimden vazgeçmeyen, her ay tüm zorlukları bile yine de gelen, azimli, güçlü, çalışkan canım yol arkadaşlarım Cansu ÜLGEN ve Rüveyda Zöhra ÖGÜTVERİCİ olmadan da bu tezi yazamazdım. Arazideki emeklerinin ötesinde tez döneminde duygusal ve zihinsel olarak çökmenin sınırında dolaştığım, beni zorlayan bütün sıkıntılarında beni anlamalarının, yanımda ve destek olmalarının (bazen de L6’ının yokuşlarındaki gibi olsa da :)), tartışarak uyumamamı sağlamalarının :D, gecelerimi işitsel bir şölene çevirmelerinin, 8 saat kesintisiz konuşmamı çekebilmelerinin, ateşler içinde uyuyup sabah araziye gelmelerinin benim için teşekkür sığabilecek bir karşılığı yok. Bu tez çalışmasının bütün potansiyel akademik faydalarına rağmen benim gözümdeki en değerli çıktısı bana çok sevdiğim iki dost ve onlarla güzel anılar kazandırmasıdır.

Dağları keçi gibi hızlı tırmanan, hatta bazen keçileri kovalayan, 1-2 gün diye kandırılıp aylarca arazilerime gelmek zorunda bırakılan yüzlerce bitkiyi teşhis eden değerli botanikçimiz Doç. Dr. Golshan ZARE’ye tüm katkı ve emekleri için teşekkür ederim.

HÜ Fizyoloji Laboratuvarı’na, Prof. Dr.Yasemin EKMEKÇİ, Prof. Dr.Nuran ÇİÇEK, Dr.Şeküre ÇULHA ERDAL başta olmak üzere tüm lab. ekibine lab.larını ve sevgili tartılarını :) bitmek bilmez bir süre boyunca kullanmama izin verdikleri, her zaman misafirperverlikleri, hoş karşılandığımı hissettirdikleri, lab.larının anahtarını bana bırakacak kadar güvendikleri, hep bir bardak kahve, bir mola önerdikleri ve yorucu tempomu güzelleştirdikleri, çalışacak huzurlu bir lab. ortamı sundukları ve oraya aitmişim gibi hissettirdikleri için müteşekkirim. Sabahları gelirken bana da simit alan, sırtım tutulduğunda kulunçlarımı kıran, bulaşığımı bile yıkayan, beni hep gülümseten ve destek olan Seda YİRMİBEŞ’e ayrıca müteşekkirim.

Güzel yemek ve sorunsuz arazi vadedtiğim, zaman zaman aç kaldığımız ve arazinin her bir günü sıkıntı yaşadığımız, arabanın her parçasını ayrı ayrı öğrendiğim, sanayi sanayi gezdiğimiz bu muhteşem arazide rahat ruh hali, bilgisi, çözüm odaklı oluşuyla yanımda olabilecek en doğru kişi olan ve YETA (FEL)’e başlamama vesile olan Nartjan ÖZDEN’e çok teşekkür ve ayrı bir özür borçluyum :D Binlerce km yoldan sonra, bir telefonla ihtiyacım olduğunda yüzlerce km yol gelen, şoförlüğümü yapan, en bulamadığım tohumları bulup gelen ve o dağdan migrenimiz tutmuşken bizi indiren Gökhan ERGAN’a müteşekkirim.

En sıkıntılı lab. zamanlarımda hızır gibi yetişen, müthiş bir düzen, pozitiflik, mütevazılık ve emekle neredeyse 2 ay boyunca sürekli benle çalışan, çalışma disiplinlerine bayıldığım, her lab.a lazım, tanıdığım olup olabilecek en harika lab. arkadaşlarımdan sevgili Nergis YASAV ve Zeray GÜLMEZ’e emekleri için çok teşekkür ederim.

Getirdiği onlarca öğrenciyle içimi rahatlatan, tohumların bitebileceğine dair umut veren Aslıhan AKSOY’a, özellikle yolladığı kodlar ve yardım teklifleri için İrem TÜFEKÇİOĞLU’na ve en sıkıştığım zamanda alanların bakılarını benim için hesaplayan Ezgi SÜREK ÖSER’e çok teşekkür ederim.

Tüm arazi çalışmalarında Cancu’yu ve Rürü’yü bana ödünç veren, annelerinin gelişini 4’er göz ve patiyle bekleyen -bazen grev yaparak ve kendilerini çalışma odasına kapatarak durumu protesto etseler de- sevgili Zerde, Paspas, Duman, Kara ve tekne kazıntısı Tekin’e ve ayrıca Tamer TAŞKIRAN’a teşekkürü borç bilirim.

Arazi çalışmalarındaki lojistik destekleri için Miramar Pansiyon ailesine; sabah 3’te bile serpmeye kahvaltı hazırlayarak bizi araziye uğurlaya Ahmet Abi’ye, misafirperverlikleri için Şeyma Abla ve sevgili Onat’a; Gömbe’de karnımızı doyuran sıcakkanlı TinTin Restoran sahibi Necati Abi ve muhteşem yemekleri için Bediş Abla’ya çok teşekkür ederim.

Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne FYL-2021-19343 nolu projemdeki maddi desteği için teşekkür ederim.

Yaprak alanlarının hesaplanmasında ve tezimin düzeltmelerinde titizlikle çalışan, tezimi yazarken geceleri benimle sabahlayan kardeşim Tuna’ya tüm arazi çalışmalarındaki hazırladığı nefis kurabiyeler için babama ayrıca müteşekkirim. Eskilerin bir sözü vardır, yoldan önce yoldaş diye, manevi destekleri olmadan bu tezi tamamlayamayacağım, tez için onlardan ödünç aldığım her vakitte beni hoş gören ama ihtiyacım olduğunda hep bana yoldaş olan, tez dönemimin bütün mutsuzluklarını benimle birlikte çeken aileme ve çok kıymetli dostlarıma teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	viii
GİRİŞ.....	1
1. GENEL BİLGİLER.....	2
2. YÖNTEM.....	7
2.1. Çalışma Alanı ve Habitatlar.....	7
2.2. Arazi Çalışmaları ve Örneklemeleri.....	10
2.3. Laboratuvar ölçümleri.....	12
2.4. İklimsel verilerin elde edilmesi.....	14
2.5. İstatistiksel Analizler.....	15
3. BULGULAR.....	17
3.1. Çalışma alanlarındaki bitki taksonları ve bolluk skorları.....	17
3.2 Karakter Verilerinin Özeti.....	35
3.3 Rakım/karakter ilişkileri.....	36
3.3 Yaprak kalınlığı.....	36
3.4 Özgül yaprak alanı (SLA).....	39
3.5 Yaprak alanı (LA).....	39
3.6 Yaprak kuru madde içeriği (LDMC).....	40
3.7 Bitki maksimum boyu.....	42
3.8 Gövde özgül yoğunluğu (SSD).....	45
3.9. Büyüme şeklinin karakterler üzerine etkisi.....	48
3.10. Taban yaprakları.....	54
3.11 Fonksiyonel Çeşitlilik Sonuçlar.....	55
3.12 Biyoiklim verileri.....	57
4. TARTIŞMA.....	67
5. KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Uyluk Tepe ve çalışma alanlarının GPS görüntüsü.....	7
Şekil 2. Çalışma alanlarının metodolojisini ve tasarımını gösteren şablon.....	12
Şekil 3. L1 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	17
Şekil 4. L2 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	18
Şekil 5. L3 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	19
Şekil 6. L4 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	20
Şekil 7. L5 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	21
Şekil 8. L6 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	22
Şekil 9. L7 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	23
Şekil 10. L8 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	24
Şekil 11. L9 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	25
Şekil 12. L10 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	26
Şekil 13. L11 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	27
Şekil 14. L12 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	28
Şekil 15. L13 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	29
Şekil 16. L14 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	30
Şekil 17. L15 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	31
Şekil 18. L16 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	32
Şekil 19. L17 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	33
Şekil 20. L18 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları.....	34
Şekil 3.3. Türlerin yaprak kalınlığı rakım ilişkisi.....	37
Şekil 3.3. Komünite düzeyinde gövde yaprağı kalınlığı ile rakım arasındaki ilişki.....	38
Şekil 3.5. Yaprak kuru madde içeriği ilişkileri.....	43
Şekil 3.6. Türlerin maksimum bitki boyu rakım ilişkisi.....	45
Şekil 3.7. Türlerin gövde özgül yoğunluğu ve rakım ilişkisi.....	49
Şekil 3.8. Yaprak kalınlığının bitki büyüme şekline göre değişimi.....	52
Şekil 3.9. Yaprak yüzey alanlarının bitki büyüme şekline göre değişimi.....	53
Şekil 3.10. Özgül yaprak alanlarının bitki büyüme şekline göre değişimi.....	54
Şekil 3.11. Maksimum bitki boyunun büyüme şekline göre değişimi.....	55
Şekil 3.12. Yaprak kuru madde içeriğinin büyüme şekline göre değişimi.....	56
Şekil 3.13. Gövde özgül yoğunluğunun büyüme şekline göre değişimi.....	58
Şekil 3.14. Taban yaprakları taşıyan türlerin yaprak karakterleri yükselti ilişkisi grafikleri.....	59
Şekil 3.15. Fonksiyonel zenginlik rakım ilişkisini gösteren grafik.....	60
Şekil 3.16. Fonksiyonel eşitlik rakım ilişkisini gösteren grafik.....	60
Şekil 3.17. Fonksiyonel iraksama ile rakım ilişkisini gösteren grafik	61

Şekil 3.18. Fonksiyonel dağılım ile rakım ilişkisini gösteren grafik.....	61
Şekil 3.19. Rakım ve Bio1 ilişkisini gösteren grafik.....	62
Şekil 3.20. Ortalama rüzgar hızının çalışılan rakımsal gradiyentle ilişkisini gösteren grafik.....	62
Şekil 3.21. Bio2 ve rakım ilişkisini gösteren GAM grafiği, eğrisi ve güven aralıkları.....	63
Şekil 3.22. Bio12 ve rakım ilişkisini gösteren GAM grafiği, eğrisi ve güven aralıkları.....	63
Şekil 3.23. Bio2'nin yaprak kalınlığı üzerindeki etkisini gösteren grafik.....	64
Şekil 3.24. Bio2 ve bitki maksimum boyunun ilişkisi.	64
Şekil 3.25. Bio12 ve yaprak kalınlığının ilişkisi.....	65
Şekil 3.26. Ortalama rüzgar hızı ve yaprak kalınlığının ilişkisi.	65
Şekil 3.27. Biyoiklimsel parametrelerin fonksiyonel çeşitlilik indeksleriyle ilişkisini gösteren grafik.....	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

Tablo 1. Örneklem alanlarının tanımlayıcı bilgileri.....	9
Tablo 2. Modifiye edilmiş bolluk endeksi.....	11
Tablo 3. L1 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	17
Tablo 4. L2 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	18
Tablo 5. L3 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	19
Tablo 6. L4 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	20
Tablo 7. L5 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	21
Tablo 8. L6 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	22
Tablo 9. L7 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	23
Tablo 10. L8 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	24
Tablo 11. L9 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	25
Tablo 12. L10 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	26
Tablo 13. L11 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	27
Tablo 14. L12 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	28
Tablo 15. L13 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	29
Tablo 16. L14 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	30
Tablo 17. L15 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	31
Tablo 18. L16 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	32
Tablo 19. L17 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	33
Tablo 20. L18 alanındaki takson isimleri, örneklenen türler ve bollukları.....	34
Tablo 21. Çalışmada incelenen karakter verilerinin özeti.....	35
Tablo 22. İncelenen karakterlerin komünite ağırlıklı ortalamaları üzerinden birbirleriyle ilişkisini gösteren korelasyon matrisi.....	35
Tablo 23. Her bir karakter için otsu ve odunsu büyüme formlarının ayrı ayrı ve birlikte analizlerinin sonuçları.....	49

SİMGELER VE KISALTMALAR

g	Gram
mg	Miligram
mm	Milimetre
m	metre
cm	santimetre
π	pi sayısı
<	küçüktür işareti

Kısaltmalar

GAM	Genelleştirilmiş Toplamsal Modeller
LA	Yaprak yüzey alanı
SLA	Özgül yaprak alanı
SSD	Gövde özgül yoğunluğu
LDMC	Yaprak kuru madde içeriği
HUB	Hacettepe Üniversitesi Herbariumu
% CV	% Varyasyon Katsayısı
e.d.f.	Etkin serbestlik derecesi

GİRİŞ

Doğadaki gradiyentler boyunca gerçekleştirilen çalışmalar, ekolojik dinamiklerin ve süreçlerin anlaşılmasında önemli bir yer tutar. Bitki komüniteleri, sıklıkla tür çeşitliliği ya da türlerin bir arada bulunması bakımından çalışılmaktadır. Buna karşın bitki fonksiyonel karakterleriyle yapılan çalışmaların artmasıyla birlikte, komünitelerin fonksiyonel çeşitlilik açısından ele alındığı araştırmalar da son dönemlerde artmıştır. Komünitelerin fonksiyonel karakter yapısı, buldukları ortam koşullarına, müdahale etmenlerine, iklim değişikliklerinin etkisine, mevcut ve gelecekteki olası cevaplarının belirleyicisidir. Fonksiyonel karakter örüntülerini ve bu örüntüleri şekillendiren etkenleri anlamak, komünite yapılarında, biyoçeşitlilikte, ekosistem süreçlerinin işleyişinde görülebilecek olası değişikliklerin öngörülebilmesine yardımcı olmaktadır.

Bu tez çalışması, Güneybatı Anadolu'da bulunan ve deniz seviyesinden dağ zirvesine uzanan rakımsal bir gradiyent boyunca bitki komünitelerinin fonksiyonel karakter yapısındaki değişimi incelemektedir. Tez kapsamında gradiyent boyunca farklı rakımlarda yer alan çalışma alanları seçilmiş, bu alanlarda çok sayıda bitki taksonuna ait birçok fonksiyonel karakterin arazi ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilerek çeşitli formüller yardımıyla hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen bulgular, rakımsal gradiyent boyunca komünitelerin fonksiyonel karakter yapılarını ve bu yapılardaki değişimleri ortaya koymuştur.

Anadolu'da bulunan bitki komünitelerinin fonksiyonel yapısının nadiren çalışılmış olması ve Akdeniz havzasında deniz seviyesinden dağ zirvesine kadar olacak şekilde geniş bir rakım gradiyentinin daha önce fonksiyonel karakterler bakımından hiç incelenmemiş olması, bu çalışmanın özgün değerini oluşturmaktadır. Bu nedenle, bu tez çalışması, fonksiyonel ekoloji ve bitki ekolojisi literatüründeki önemli bir boşluğu kapatmaya katkı sunacaktır. Bu tez çalışması, rakımsal gradiyent ve fonksiyonel karakterler arasındaki ilişkiler konusunda dünya literatürüne Güneybatı Anadolu gibi biyoçeşitlilik açısından önemli bir coğrafyadan yeni veriler sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, bu çalışmanın bulguları, Akdeniz havzasında yapılmış olan az sayıdaki çalışmayla birlikte, rakımsal gradiyentlerde bitki fonksiyonel karakterlerinin değişimi konusunda yeni hipotezlerin ortaya çıkmasına katkı sağlayabilecektir. Ayrıca, bu çalışmadan elde edilen bulgular uzun vadede çalışma bölgesindeki ve genel olarak Akdeniz dağlarındaki koruma biyolojisi odaklı çalışmalara ışık tutabilecektir.

1. GENEL BİLGİLER

Akdeniz dağları, alçalarda sub-tropikal, orta kısımlarda baskın olarak ılıman, yüksek zirvelerde ise boreal ve alpin kuşakların yapısını taşır. İber ve Anadolu Yarımadaı gibi bölgelerde, rakımın lokal etkisinden dolayı boreal ve alpin alanların etkisi daha büyüktür (Costa vd., 2020). Akdeniz havzasında yer alan ve büyük bir kısmı Akdeniz makro iklimi etkisi altında bulunan Anadolu, üç fitocoğrafik bölgenin kesiştiği, son buzul dönemindeki sığınak işlevi görmüş, zengin bir topografya çeşitliliğine sahip, yüksek bir bölgedir. Tüm bu özellikleri, Anadolu'nun tür çeşitliliğine ve yüksek endemizm oranına sahip olmasını, birçok bitki türünün gen merkezi olmasını ve ayrıca dünyadaki 36 biyoçeşitlilik sıcak noktasından üçünü içerisinde barındırmasını sağlamıştır (Atik vd., 2010; Şekercioğlu vd., 2011; Tavşanoğlu 2016). Akdeniz iklimi yazları kurak (az miktarda kurak mevsimlerdeki yağışla da karakterize) ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı bir iklime sahiptir (Baylan ve Ustaoglu, 2020). Anadolu'nun Akdeniz ikliminin hakim olduğu güney/ güneybatı kesimlerindeki türlerin uyarlanmalarını belirleyen birincil stres faktörü bu şiddetli yaz kuraklığıdır (Tavşanoğlu ve Gürkan 2004). İklimsel gradientin fonksiyonel karakterlerle ele alındığı birçok çalışma yaz kuraklığının karakterler üzerinde güçlü etkileri olduğunu göstermektedir (Moles vd., 2009; Stanik vd., 2020).

Biyocoğrafya, ekoloji ve evrim konularında çalışan insanlar Humboldt zamanından beri bitki ve hayvan komünitelerinin çevresel değişkenliğe olan cevabını rakımsal gradientler boyunca çalışarak anlamaya çalışmışlardır (Sundqvist vd., 2013). Dağlar birçok farklı iklim bölgesini, vejetasyon bölgesini yan yana getirebilir aynı zamanda sahip olduğu heterojen yapıyla birçok dispersal bariyeri oluşturur. Sıcaklık, mevsimsellik, bakı, rüzgarlar gibi değişkenler açısından günlük, yıllık olarak yaşanan dalgalanmalardan, dağların jeofiziksel yapısındaki farklılıklara, bazı dağlara özgü iklim koşullarının bulunmasına, içlerinde bulundurabilecekleri sığınak işlevleriyle sundukları sabit koşullarına kadar heterojenliğin yoğun olarak görülebileceği yerlerdir. Bu yüzden farklı bölgelerdeki dağları her biri ayrı birer birimmiş gibi rakımsal gradiente bölgesel olarak incelemek ve daha sonra meta-analizlerle enlemsel gradiente birlikte değerlendirmek gereklidir (Rahbek vd., 2019).

Rakımsal gradiente çalışmalarının meta-analizleri özellikle bitki ve böcek çeşitliliğindeki lokal zenginliklerin dağ ekosistemlerinde zirve yaptığını göstermektedir. Biyoçeşitlilik sıcak noktalarındaki endemizmin küresel ölçekteki analizleri dağların en yüksek çeşitliliği taşıdığını göstermektedir. Dağlar bu zenginliği sadece barındırdıkları yüksek rakımlarla değil, esas olarak rakım farkı oluşturmasıyla ve bunun sonucunda oluşan diğer topografik yapılar (vadiler, nehir yatakları, vb.) aracılığıyla da sağlarlar (Rahbek vd., 2019). Topografik yapının yanı sıra dağlarda, bitkilerin çevresel cevaplarını etkileyen birçok toprak bileşeni ve iklimsel parametre rakımsal gradiente birlikte kısa mesafelerde hızlıca değişmektedir (Midolo vd., 2019). Rakımla birlikte, enlemsel gradiente olduğu gibi abiyotik koşullar, sıcaklık, yağış, rüzgar, toprak yapısı ve içeriği, alanın müdahale geçmişi de değişmektedir (Sundqvist vd., 2013). Genellikle rakım arttıkça atmosferik basınç ve sıcaklık düşerken Güneş'ten gelen radyasyon miktarı artmaktadır. Burada sıcaklık,

vejetasyonların ve türlerin dağılımını belirleyen temel parametredir (Sundqvist vd., 2013, Midolo vd., 2019).

Ilıman kuşakta yüksek rakımlar, daha soğuk ve nemli olup kısa büyüme mevsimi, belirgin mevsimsellik etkileri ve aşırı iklimsel koşullarla başa çıkabilecek lokal adaptasyonlara sahip vejetasyonlar olarak tanımlanabilir. Yükseklerde topraklar genellikle bitki mineral-besin maddeleri açısından daha heterojen ve daha az verimlidir (düşük sıcaklıkla karakterize düşük mikrobiyal aktivite ve toprak ayrışması) (Weemstra vd., 2020). Öte yandan topraktaki fungal biyokütle rakım yükseldikçe artmaktadır (Sundqvist vd., 2013). Alçak rakımlardaki kaynakların ve sıcaklığın daha elverişli oluşu sebebiyle alçak kesimlerdeki bitkiler kaynak edinimci, daha rekabetçi bir strateji izlerler (yüksek boy, yüksek yaprak alanı, düşük özgül yaprak alanı). Daha yüksek kesimlere gelindiğinde bitkiler kaynak korumacı ve daha az rekabetçi bir strateji izlerler (kalın yapraklar, düşük yaprak alanı, yüksek özgül yaprak alanı, daha kısa bitki boyu). Bu stratejileri yaprak karakterlerinden (özgül yaprak alanı, yaprak kalınlığı, yaprak azot oranı) ve bitki maksimum boyu, gövde yoğunluğu ölçümleriyle anlamak mümkündür (Midolo vd., 2019). Farklı rakımlarda farklı fonksiyonel karakter yapıları şeklinde ortaya çıkan uyarlanmalar bize türlerin enerjiyi nasıl kullandığını ve ekolojik stratejilerini anlama olanağı verir. Rakımla değiştiği bilinen biyotik faktörler de mevcuttur, rakım arttıkça polinatör böcekler ve parazitlik azalırken kolaylaştırmanın (bitki-bitki pozitif ilişkileri) etkileri artmaktadır, alçalarda ise rekabet etkileri daha fazladır (Sundqvist vd., 2013).

Bitki fonksiyonel karakterleri, bitkilerin çevresel faktörlere nasıl cevap verdiğini, bireylerin uyum başarısını ve bununla ilişkili tüm potansiyel süreçlerini (büyüme, üreme, hayatta kalma) anlamamızı; ekosistem süreçlerine ve servislerine (enerji akışı ve biyokimyasal döngüler), var olduğu çevreye popülasyon (demografik karakterler) ve komünite (yapı ve dinamikleri) düzeyinde, diğer trofik seviyelere olası etkilerini öngörebilmemizi sağlayan hücreden organizmaya, birey düzeyinde bitkinin ölçülebilir morfolojik, fizyolojik, fenolojik (Pérez-Harguindeguy vd., 2016), anatomik ve biyokimyasal (Kattge vd., 2020) karakterler bütünüdür (Violle vd., 2007). Bu karakterler genel olarak ve çeşitli müdahaleler sonrasında türlerin hayatta kalma, üreme ve dispersal yetenekleriyle doğrudan ve dolaylı olarak ilişkili olduğundan; bir çok ekolojik ve evrimsel soruya nispeten kolay ölçülebilmesiyle cevap verebildiği için son yıllarda bu alanda yapılan çalışmalar giderek artmıştır. Lokal alanlardan, biyomlara kadar çalışılan bu konuda çeşitli standardize edilmiş manüeller (Cornelissen vd., 2003; Pérez-Harguindeguy vd., 2016) ve veri tabanları (Tavşanoğlu ve Pausas 2018; Kattge vd., 2020) bulmak mümkündür. Bitkilerde en sık kullanılan fonksiyonel karakterler sırasıyla özgül yaprak alanı, vejetatif bitki boyu, birim yaprak kütlesi başına düşen azot içeriği, yaprak alanı, bitki büyüme formu, tohum kuru ağırlığı, birim yaprak kütlesi başına düşen yaprak fosfor içeriği, bitki ömür uzunluğu, yaprak kuru madde içeriği (LDMC) şeklinde sıralanmaktadır (Kattge vd., 2020).

Rakımsal gradiyentin sağladığı kısa mesafede değişen alansal heterojenliği ve iklimsel koşulların değişimini anlamak, bitkilerin hızlı çevresel değişimlere nasıl yanıt

verebileceğini öngörebilmek için bir fırsat sunar. Özellikle aynı tür içinde bu değişen koşulların gözlemlenmesi farklı dağ katmanlarındaki bireylerde hangi karakterlerin seçilime uğradığını ve ekolojik stratejilerini anlamamızı sağlar (Midolo vd., 2019). Ayrıca rakımsal gradient boyunca yukarı çıkıldıkça herbivorlara karşı geliştirilen uyarlanmaların azaldığı da görülür. Yükseklerdeki bitkiler daha az dikenli, daha az sekonder metabolit taşıyan, daha kalın ve azotça daha zengin yapraklar taşır (Callis-Duehl vd., 2017).

Bütün bunlara karşın aslında küresel ölçekte bitki karakterleri ve rakım arasındaki ilişkilerle ilgili bilgimiz oldukça sınırlıdır. Midolo ve arkadaşlarının (2019) belirttiği üzere son 25 yılda (1983-2018), 4 kıtada ve 109 türle bu alanda yaprak karakterleriyle yapılmış tür içi varyasyonu sınavan sadece 71 çalışma mevcuttur. Farklı bölgelerdeki rakım gradientleri boyunca benzer ekofizyolojik, fonksiyonel örüntüler gözlemlenebilse de bitki çeşitliliğindeki bölgesel varyasyona neyin sebep olduğu yeni yeni araştırılmaktadır. Bazı araştırmacılara göre bölge koşullarına göre stres faktörlerinin etki büyüklükleri farklı olabileceğinden aynı parametreler komüniteleri şekillendirse de etkileri farklı olabilmektedir (Sundqvist vd., 2013). Bitki komünitelerindeki değişimlerin fonksiyonel karakterler bakımından nasıl olduğu dünya üzerinde birçok bölge için henüz bilinmemektedir.

Çok sayıda bitki karakteri, bitkilerin ve bitki komünitelerinin çevresel gradientlerine cevaplarını anlamada kullanılabilir. Bitki maksimum boyu, bitki büyüklüğü şeklinde de ifade edilir. Bitkinin zeminle en tepe noktasındaki vejetatif dokuları arasındaki (çiçek durumu hariç) en kısa mesafesi (metre) olarak arazide ölçülmüştür. Büyüme formu, potansiyel ömür uzunluğu, bitki çoğalması, bir türün iki müdahale (yangın, fırtına, otlatma vb.) arasında üreme boyutuna ulaşip ulaşamayacağı ile ilişkilidir (Pérez-Harguindeguy vd., 2016). Bitki maksimum boyu ışığa erişim ve rekabetin önemli bir belirleyicisidir (Siefert vd., 2015). Bitki maksimum boyu ışık rekabetinin ana belirleyicisi olduğundan karbon kazanımı, tutulumu; bununla ilişkili bütün karakterlerle ve yaşam öyküsü karakterleriyle sıkı bir bağlantısı vardır. Bitkinin biyokütlesi, yaprak yüzey alanı, yaprak kütlesi, yaprağın birim alan başına düşen azot miktarı, yaprağın birim alan başına kütlesi; bitkinin ömür uzunluğu, tohum kütlesi, üreme zamanı, tohumlarının olgunlaşma süresi, yıl başına üretilecek tohum sayısı, bitki metabolik hızı, maksimum popülasyon yoğunluğu ve hatta hayvan çeşitliliğiyle ilişkili kritik bir fonksiyonel karakterdir (Moles vd., 2009). Gövde (özgül) yoğunluğu (SSD) bitki yapısı, savunması, stabilitesi, karbon depolama ve büyüme potansiyeliyle ilişkili bitki fonksiyonel karakterleri açısından temel bir karakterdir. Düşük gövde yoğunluğu hızlı büyüme avantajı sunarken, yüksek gövde yoğunluğu yavaş büyümeye karşın patojenlere, herbivorlara, fiziksel hasarlara karşı dayanıklılık sağlar (Pérez-Harguindeguy vd., 2016). Yaprak yüzey alanı (LA), birçok stres faktörüyle ilişkili olarak belirlenen, bir yaprağın mm^2 cinsinden ifade edilen ve tarayıcı yardımıyla tazeyken ölçülen yüzey alanıdır. Stres faktörleri genellikle daha küçük yaprakların seçilmesine sebep olur (Pérez-Harguindeguy vd., 2016). Özgül yaprak alanı (SLA), birim yaprak kuru ağırlığı başına yaprak yüzey alanıdır ($\text{mm}^2_{\text{yaprak}} \cdot \text{mg}^{-1}_{\text{yaprak}}$). Yaprak yüzey alanının, aynı yaprak etüvde kurutulduktan sonra hassas teraziyile ölçülen ağırlığına bölünmesiyle elde edilir. Tamamen olgunlaşmış, sağlıklı yapraklar seçilmelidir. SLA fotosentetik aktiviteyle

ilişkili birçok süreçle ilgili kritik bir fonksiyonel karakterdir. Yaprak kuru madde içeriği, N miktarı, yaprak kalınlığı gibi diğer fonksiyonel karakterlerle ve biyotik, abiyotik koşullarla değerlendirilebilir (Pérez-Harguindeguy vd., 2016). Sürekli sayısal veri elde edilmiştir. Yaprak kalınlığı (L_{th}), yaprakların fiziksel direncini belirlemede kullanılan mm veya μm cinsinden ifade edilen, mikrometre yardımıyla en hızlı şekilde ölçülebilen bir karakterdir. Birim alandaki yaprak azot içeriğinin temel bir belirleyicisidir. Solunum ve transpirasyonun karbon maliyetlerini fotosentezle dengelemek için yaprak kalınlığının kuru, güneşli, az verimli alanlarda ve daha uzun ömürlü yapraklarda daha yüksek olması beklenir (Pérez-Harguindeguy vd., 2016).

Türkiye’de çok sayıda bitki fonksiyonel karakterinin bir arada incelendiği çalışmaların sayısı son yıllarda artmış olsa da (ör: Yeşilyurt vd., 2017; Ülgen 2019; Aktepe 2021; Kazancı 2021; Tüfekcioğlu 2022), çevresel ya da rakımsal gradientler boyunca bitki fonksiyonel karakterlerinin değişimini inceleyen hemen hemen hiçbir çalışma bulunmamaktadır (ancak bkz. Kenar ve Kikvidze 2020). Türkiye’deki bitki fonksiyonel karakterlerinin komünite düzeyinde ve rakım gradiyentiyle ilişkili olarak çalışılması konusunda literatürde önemli bir eksiklik mevcuttur.

Bitki fonksiyonel karakterlerinin alansal farklılıklarının incelenmesinde doğrudan arazi örnekleme ve ölçümü (Shah vd., 2019; Tüfekcioğlu 2022), uzaktan algılama (Aguirre-Gutiérrez, 2021), resiprokal transplantasyon deneyleri (Cui vd., 2018) ve çeşitli veri tabanlarının kullanılması yaklaşımları (Ülgen 2019; Kenar ve Kikvidze 2020) kullanılmaktadır. Rakımsal gradiyentin çevresel değişiklikleri anlamadaki bahsedilen bütün faydalarına karşın bazı araştırmacılar gözlemsel çalışmaların manipülatif çalışmalardan daha yetersiz olduğunu düşünmüşler ve bu doğrultuda görece dar zamansal ve mekânsal ölçekte manipülatif deneyler ve çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda bu çalışmaların komünite ve ekosistem düzeyindeki cevapları göz ardı edebildiği ve bu yüzden tek başına deneylerin açıklama gücünün ötesine geçtiği yönünde bir kanaat gelişmiştir. Bu yüzden çevresel değişiklikleri rakımsal gradiyentle ve fonksiyonel karakter aracılığıyla komünite ve/veya ekosistem düzeyinde anlamak istiyorsak, lokal komüniteler üzerinde doğrudan gerçekleştirilecek arazi ölçümleri ve deneylerine daha çok yer vermemiz gerekmektedir (Sundqvist vd., 2013).

Dağ ekosistemlerinde alçak rakımlardaki arazi kullanım değişikliğiyle ilişkili insan baskısının türlerin yayılım sınırlarını değiştirmesine ve yukarı rakımlara doğru göçüne sebep olduğu bilinmektedir (Elsen vd., 2020). Bunun yanı sıra iklim değişikliği geniş ölçekli rakımsal yukarı yönlü kaymalara (Weemstra vd., 2020) ve türlerin yok olma riskinin artmasına sebep olmaktadır (Urban 2018). Bu çifte baskının hızlı artışı ve küresel ölçekte devam edişi dağ ekosistemlerindeki türlerin fonksiyonel karakter örüntülerinin anlaşılmasını ve koruma stratejileri geliştirilmesini öncelikli kılmaktadır.

Bitki fonksiyonel karakterlerinin evrimsel biyoloji, komünite ekolojisi, fonksiyonel ekoloji ve biyocoğrafya alanlarıyla ilişkisinin olmasının yanı sıra peyzaj yönetimi, restorasyon,

biyoçeşitliliğin korunması gibi koruma biyolojisi odaklı çalışmalar ile de çok yakın bir ilişkisi vardır (Kattge vd., 2020). Son yıllarda türlerin (filogenetik çeşitlilik) korunmasından fonksiyonel çeşitliliğin korunmasına kayan bir yaklaşım söz konusudur. Birçok araştırmacı ortak evrimsel tarih sebebiyle, filogenetik çeşitliliğin korunmasının fonksiyonel çeşitliliği de koruduğu varsayımında bulunsa da yapılan ampirik çalışmalar filogenetik çeşitliliğe ek olarak fonksiyonel çeşitliliğin korunmasının daha doğru bir yaklaşım olabileceğini göstermektedir. Baskın türlerin fonksiyonel kimliğinin farklı olması sebebiyle fonksiyonel karakter örüntüsü, biyoçeşitlilik etkilerinin ve komünite biyokütlesindeki varyasyonun anlaşılmasında tür zenginliğinden daha büyük bir öngörü gücüne sahiptir (Mazel vd., 2018). Ayrıca araştırmacılar özellikle tür içi fonksiyonel karakter çeşitliliğinin iklim değişikliğinin negatif etkilerini tamponlayabileceğini, fonksiyonel karakterlerdeki değişimin koruma biyolojisi odaklı çalışmalarda bir erken uyarı sistemi olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir (Stanik vd., 2020). Özellikle hızla değişen çevresel koşullar (arazi kullanım değişikliği, küresel iklim krizi, doğal müdahale rejimlerindeki değişiklikler) ve günümüz biyoçeşitlilik krizi altında koruma biyolojisi odaklı çalışmaların yaklaşımları çok daha büyük önem kazanmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, farklı Akdeniz vejetasyon kuşaklarını içeren bir dağda, deniz seviyesinden başlayan rakımsal bir gradient boyunca, baskın türler aracılığıyla bitki komünitelerinin fonksiyonel karakter yapısının nasıl değiştiğinin ve ekolojik etkilerinin ortaya konulmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, aşağıda sıralanan hedefler belirlenmiştir:

- ✓ Güneybatı Anadolu'yu temsil edecek bir rakımsal gradient boyunca değişen bitki komünitelerine ait fonksiyonel karakter örüntülerinin tanımlanması,
- ✓ Bu rakımsal gradient boyunca uygun endeksler aracılığıyla komünitelerdeki bitki fonksiyonel çeşitliliğinin hesaplanması ve rakımla ilişkili ekolojik ilişkilerinin ortaya konulması,
- ✓ Komünitelerdeki baskın bitkilerin fonksiyonel karakterlerinin rakımsal gradientle olan ilişkilerinin ortaya konulması,
- ✓ Söz konusu rakımsal gradient boyunca bitki fonksiyonel karakterlerindeki türler arası varyasyon düzeylerinin ortaya çıkarılması.

Bu doğrultuda dünyada fonksiyonel bitki karakterleri konusunda daha önce yapılmış olan çalışmalara ve bu konudaki bilgi birikimine dayanarak, rakımın artmasıyla bitki komünitelerinde maksimum bitki boyunun azalması (Midolo vd. 2019), yaprak kalınlığının artması (Callis-Duehl vd. 2017; Midolo vd. 2019), yaprak yüzey alanının azalması (Midolo vd. 2019), özgül yaprak alanının artması (Midolo vd. 2019), gövde özgül yoğunluğunun artması (Zhu vd. 2022) ve yaprak kuru madde içeriğinin azalması (Kichenin vd. 2013) beklenmektedir. Bu beklentiler doğrultusunda oluşturulmuş olan hipotezler, çalışmada gerçekleştirilen istatistiksel analizler ile sınanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı ve Habitatlar

Çalışma, Türkiye'nin güneybatısında, Antalya-Muğla il sınırında, Akdeniz floristik bölgesinde yer alan; Antalya iline bağlı Kaş ilçesinin kıyı kesimlerinde deniz seviyesinden başlayarak 3007 m rakıma kadar yükselen ve Akdağ'ların 4 zirvesinden en yükseği olan Uyluk Tepe'nin zirvesine kadar olan yükseklik gradiyentinde gerçekleştirilmiştir (65m – 3007m; Şekil 1). Bu bölgenin çalışma için seçilmesindeki en önemli neden, Akdeniz Bölgesi'nin farklı vejetasyon katlarını tek bir yükseklik gradiyentinde barındırıyor olması ve gradiyent boyunca özellikle de yüksek dağ kesiminde 2400 m'ye kadar arazi aracı ile ulaşılabilecek karayolları ve dağ yolunun bulunmasıdır. Bu çalışma kapsamında 2400 m'den daha yüksekte bulunan alanlara ise yürüyerek ulaşılarak örnekleme ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu güzergâh boyunca dağ yolu transekt olacak ve yükseklik gradiyenti oluşturacak şekilde yaklaşık her 150 m'de bir (min. 100 – maks. 200 m), 1 ha büyüklüğünde, toplam 18 adet çalışma parseli örnekleme için seçilmiştir (Şekil 2). Çalışma süresince tüm örnekleme ve ölçümler bu parseller içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bir parselde yer alan bitki topluluğu o rakımdaki bitki komünitesinin temsilcisi olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1. Uyluk Tepe ve çalışma alanlarının GPS görüntüsü (sağda), sol üstte Türkiye, altında güneybatısı. Her bir sarı raptiye çalışma alanlarını işaretlemektedir.

Çalışılan bölgede hakim makro iklim Akdeniz iklimidir. Dağın iklimi transekt boyunca yükseldikçe alt Akdeniz iklim katmanından (thermo-mediterreanean), yüksek dağ katmanına

(oro-mediterranean) doğru gitmektedir ve böylelikle bu çalışmada yer alan gradient tüm Akdeniz iklim kuşaklarını bünyesinde barındırmaktadır.

Çalışma parselleri seçilirken insan müdahalesinin (meralar, otlaklar, tarım alanları vb.) ve yerleşimlerin (aşağılarda köyler, yazlıklar; yukarılarda yayla yerleşimi/ turizmi, göçebe çadırları, arıcılar vb.) etkisinden olabildiğince uzak olunmasına dikkat edilmiştir. Bu sebeple bazı alanlar arasında yükselti farkı hedeflenen maksimum 200 m aralığı biraz aşırarak yaklaşık 260 m'yi bulmuştur. Alçak rakım kesimlerinde ise makiliklerin ve yerleşimin birbiri içine geçmiş bir şekilde olması sebebiyle bazen minimum 100 m olarak belirlenen aralığın dışına çıkılmak (~80 m) mecburiyetinde kalınmıştır. Bunun sonuçları önemli düzeyde etkilemeyeceği öngörülmüştür.

Dağ boyunca neredeyse her alanda (~ 150 m - ~2950 m) yabancı veya insan kaynaklı otlatma bireysel olarak gözlemlenmiş veya izleri tespit edilmiştir. Bu yüzden otlatmanın çalışma alanlarında mevcut olduğu kabul edilerek, otlatma bir değişken olarak çalışmaya dahil edilmemiştir. Bununla birlikte, aşırı otlatma işaretleri taşıyan noktalar çalışma parseli olarak alınmayıp, görece düşük seviye otlatma baskısı altındaki alanlar çalışma için seçilmiştir.

Alanlar seçilirken kızılçam ormanlarının birbirlerine yakın yaşta ve doğal orman olmasına dikkat edilmiştir. Kültüre alınmış alanlar, genç ormanlar ve ağaçlandırma alanları çalışma alanı olarak seçilmemiştir. Ormanların yaşlarının yakın olduğunu doğrulayabilmek amacıyla orman olan ve türün olduğu her alanda *Pinus brutia*, *Cedrus libani*, *Juniperus excelsa* türlerinin rastgele 5 bireyli örneklem olacak şekilde gövde çevreleri ve çapları ölçülmüştür. Mevsimsel ve durağan sulak alanların etkisinden doğabilecek olası sapmaları önlemek için olabildiğince bu alanlardan uzak durarak alanlar seçilmeye çalışılmıştır. Vejetasyon tipinin fonksiyonel karakterler ve ilişkili parametrelere olası etkilerinin de sınırlanabilmesi ve rakımsal gradiente yapılabilecek olası yanlış yorumları önleyebilmek amacıyla vejetasyon tipinin değiştiği rakım aralıklarında her bir vejetasyondan birer alan örneklenmiştir (yaklaşık aynı yüksekliklerde yer alan L4 maki ve L5 kızılçam alanları). Böylece bölge özelinde kızılçam vejetasyonunun görüldüğü en alt rakımın da örneklenmesi sağlanmıştır. Topografya ve dağ yolu sebebiyle L10 ve L11 alanları arasında var olan karayolu görece diğer alanlar arası mesafeden daha uzun olduğu için aynı rakımın temsilcisi olsa da mesafeden kaynaklı olası sapmayı önlemek amacıyla bu iki alan da çalışmaya dahil edilmiştir.

Dağ boyunca hakim ana kaya tipi kireçtaşıdır. Özellikle alpin kuşaktaki habitatlarda anakayanın farklı parçalanma düzeylerinde olduğu görüldüğünden, bu kuşaktaki örneklem alanlarında üzerlerinde homojen düzeyde bitki biyokütlesi yetişmesine izin verecek miktarda toprak oluşumunun gerçekleştiği noktalar çalışma alanları olarak seçilmiştir. Çalışma alanları da kendi içinde homojen olacak şekilde örneklenmiştir. Bu nedenle çarşak alanlarında, aşırı kayalık yüzeylerde yetişen bitki komüniteleri çalışmaya dahil edilmemiştir. Buna bağlı olarak, *Paracaryum lithospermifolium* ssp. *cariense* var. *cariense* (kireçtaşı; alkali volkanik yamaçlar ve hareketli kayalıklar, çarşak alanlara özgü bir takson), *Phyllolepidium cyclocarpum*, *Aubrieta deltoidea* ve *Campanula ridentata* gibi

taksonlar alanlar arasındaki heterojen, neredeyse topraksız, kayalık ve çarşak bölgelerde mevcutken örneklem alanı olarak seçilen parsellerde mevcut değillerdi.

Dağın ve çalışma alanlarının genel bakışı güneydoğu yönlüdür. Alanların lokal bakıları uydu verisinden GIS aracılığıyla incelendiğinde deniz kıyılarından itibaren güney/ güneydoğu yönlü olan bakı transektin ve yerel topografyanın etkilerinden dolayı Uyluk Tepe'nin zirvesine gelindiğinde kuzey/ kuzeybatı yönlü bakılara rastlanmıştır (Tablo1).

Yüksek rakım karışık açık ormanı olarak tanımlanan vejetasyon tipi karışık açık orman olarak kısaltılmıştır. Vejetasyon tipi olarak yüksek dağ ormanları olarak nitelendirilebilecek olan L9, L10 ve L11 alanları, tam kapalı olmayan bir tepe örtüsüne sahip olmaları ve farklı ağaçların birbirlerine yakın seviyede baskın olmaları sebebiyle "karışık açık orman" olarak adlandırılmış ve vejetasyon analizlerinde birleştirilmiştir. Spesifik olarak L9 alanı sedir-ardıç-kızılcıam-meşe karışık ormanı, L10 alanı sedir-ardıç karışık ormanı, L11 alanı ise ardıcın hâkim olduğu, yer yer maki ve çalı elemanlarının baskın hale geldiği, alpin bitkilerin ve yastıksı formların görülmeye başlandığı ve çalışılan transekte orman üst sınırını oluşturan bir habitat niteliğindedir.

Tez kapsamında örneklenen alanların rakımları, koordinatları ve alanlarda bulunan hâkim vejetasyon tipi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Örneklem alanlarının tanımlayıcı bilgileri, G: güney, D: doğu, K: kuzey, B: batı yönlerini ifade etmektedir.

Alan No.	Rakım (m)	Koordinatlar		Vejetasyon Tipi	Bakı
		Enlem(°)	Boylam(°)		
L-1	65	36,154086	29,681221	Maki	GD
L-2	146	36,182372	29,664906	Maki	G
L-3	320	36,195287	29,673655	Maki	G
L-4	453	36,207294	29,671079	Maki	GD
L-5	465	36,239631	29,700583	Kızılcıam ormanı	GD
L-6	641	36,380015	29,726253	Kızılcıam ormanı	G
L-7	980	36,398405	29,699129	Kızılcıam ormanı	GD
L-8	1240	36,411992	29,685615	Kızılcıam ormanı	GD
L-9	1330	36,416304	29,671978	Karışık açık orman	GD
L-10	1560	36,431779	29,669643	Karışık açık orman	GD
L-11	1680	36,563184	29,626129	Karışık açık orman	D
L-12	1840	36,55468	29,618931	Alpin çayır	D
L-13	2070	36,577761	29,602126	Alpin çayır	D
L-14	2280	36,575878	29,58448	Alpin çayır	KD
L-15	2380	36,574202	29,574662	Alpin çayır	KD
L-16	2500	36,553321	29,562546	Alpin çayır	G
L-17	2840	36,550602	29,570224	Alpin çayır	KB
L-18	3007	36,544156	29,56779	Alpin çayır	K

2.2. Arazi Çalışmaları ve Örneklemeleri

Arazi örneklemeleri Mart-Ekim 2021 tarihleri arasında ayda bir kez olacak şekilde (toplam yedi arazi çalışması) gerçekleştirilmiştir. Rakımsal gradiyent bitkilerin fenolojilerinde farklılıklar oluşturduğu için, arazi çalışmaları farklı dönemlerde farklı vejetasyon katları örneklenerek şekilde tasarlanmıştır. Bu doğrultuda, her bir vejetasyon katının vejetatif olarak en uygun döneminde (yaprakların olgunluğa ulaştığı dönem) örneklemeler yapılmıştır. Böylece ilkbahar aylarında dağın yukarıları kar örtüsü altındayken, aşağı kesimlerde vejetatif dokular örneklenmiş, daha sonraki dönemlerde ise dağın üst kısımları vejetatif olarak örneklenmeye uygun hale geldiğinden çoğu örneklemeye eforu bu bölgede yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte, gradiyentin yüksek kesimleri örneklenirken, aşağı kesimlerde yer alan çalışma parselleri de ziyaret edilerek yeni ortaya çıkan ve daha önce saptanamamış otsu türlerin vejetatif örneklenmesi gerçekleştirilmiştir.

Yukarıda bahsedilen yaklaşık 1 ha büyüklüğündeki her bir parselde, en bol bulunan otsu ve odunsu 15 taksonun örneklenmesi hedeflenmiştir. Bazı alanlardaki tür çeşitliliğinin çok düşük olması, bazı alanlarda ise alanın hakimi olarak nitelendirilebilecek tür sayısının fazla olması sebebi ile 15'ten daha az ya da daha fazla takson için karakter örneklemesi yapılan alanlar olmuştur. Genel olarak çoğu alanda öngörülen 15 taksona yakın örneklemeye yapılmıştır, aşırı değerler 7 takson ile L8 alanı, 26 takson ile L5 alanı olmuştur. Her yeni parselde daha önceki rakımlarda saptanmış olan türler, bolluklarından bağımsız olarak ileriki çalışmalarda karakterlerdeki rakımla değişen tür içi varyasyonun bazı türler için tespiti amacıyla tekrardan ek olarak örneklenmiştir.

Çalışma alanlarında tespit edilen bitkilerin bir kısmı arazide, bir kısmı ise herbaryum örneği haline getirilerek laboratuvarında teşhis edilmiştir. Arazide örneklenen her bir taksona ait en az bir bireyden örnek alınarak herbaryum örneği haline getirilerek saklanmış ve Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Herbaryumu'nda (HUB), Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası (Davis 1965-1985; Davis vd., 1988) kullanılarak çoğunluğu tür düzeyinde teşhis edilmiştir. Tür düzeyinde teşhisi tamamlanamayan türler, cins veya aile düzeyinde teşhis edilip tür listelerine eklenmiştir. Nihai olarak tür seviyesinde teşhis edilemeyen türlerin diğer türlerden farklı olduğu teyit edilmiş, hesaplamalar bu durum gözetilerek yapılmıştır. Ayrıca çalışma alanlarında hâkim olsun olmasın floristik yapının tanımlanması için bitki örneklemeleri yapılmıştır.

Arazi çalışmaları sırasında alandaki baskın türlerin fonksiyonel karakterleri ölçülmüştür. Bu türlerin baskın olup olmadığına karar verilirken Braun-Blanquet ölçeğinden modifiye edilmiş bir hesaplama yöntemi kullanılmıştır (Tablo 2). Bu doğrultuda, bir türün bolluk derecesine karar verilirken bolluk ve örtüş değeri birlikte ele alınmıştır. Otsu türlerin, özellikle tek yıllık olanlarında örtüş kapasiteleri odunsu türlere kıyasla genellikle oldukça düşük olduğundan (%5'i geçemediğinden), bu türlerde birey sayısının çok olması fonksiyonel karakter ölçümü için ölçüt olarak alınmıştır. Tablo 2'de de görüleceği üzere alanlarda %5'ten az örtüşü olan türler 1, %5-25 arası örtüşü olanlar 2, % 25-50 arasında örtüşü olanlar 3, % 50-75 arası olanlar 4 ve % 75'ten fazla örtüşü olanlar en yüksek değer olan 5 skor puanı almıştır. Her bir alanın bolluk durumu kendi içinde değerlendirilmiştir. Bu yöntem uygulanırken her bir taksonun çalışma alanındaki bolluğu/örtüşü tüm alan için

görsel olarak belirlenmiştir. Alanda var olan ve hâkim tür olamayacak kadar nadir düzeyde bulunan taksonlar (+) ile ifade edilip 0,1 ile katsayılandırılmıştır. Alandaki bollukları 1'den çok ama 2'den az olan taksonlar için 1,5; 2'den çok ama 3'ten de az olanlar için 2,5 skor verilerek ağırlıklandırılmıştır.

Tablo 2. Modifiye edilmiş bolluk endeksi

Bolluk	Örtüş	Büyüme Şekli	Puan
az birey	+	otsu/odunsu	0,1
çok birey	< %5	otsu	1
	< %5	odunsu	1
	% 5-25	otsu/odunsu	2
	% 25-50	otsu/odunsu	3
	% 50-75	odunsu	4
	% 75-100	odunsu	5

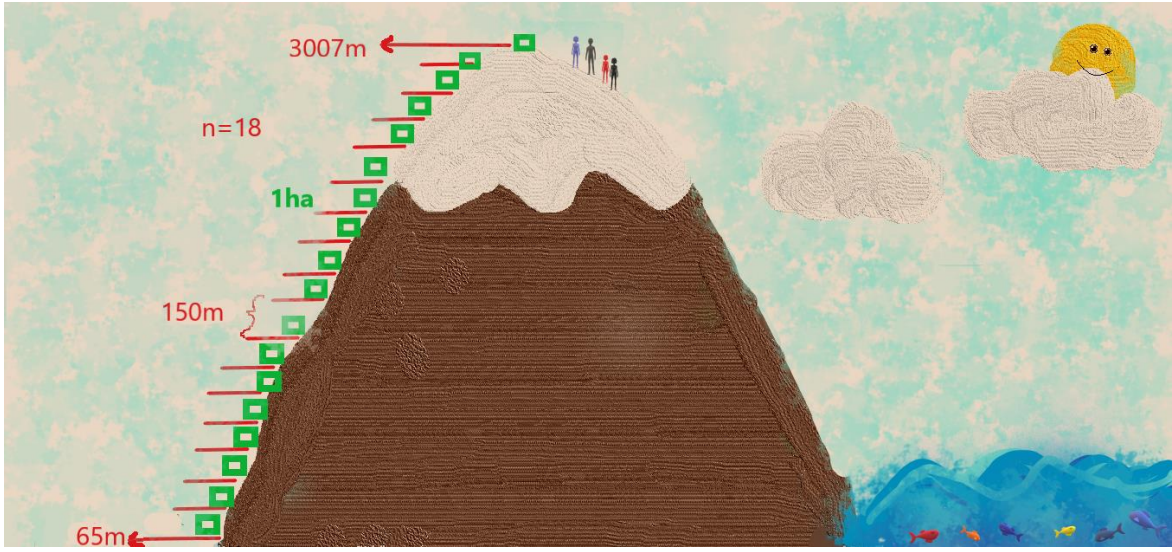
Bundan sonra bahsedilen her bir tür için aksi belirtilmediği sürece ait olduğu her bir parselde en az 5 bireyli örneklem alınmıştır. Daha önce değinilen ve başta yapılması planlanan tür içi varyasyondan dolayı alanın hâkimi olmadığı halde örneklenen türlerde birey bulunamaması halinde bu sayı 5'in altında kalmıştır. Nadiren de olsa farklı tür olduğu düşünülüp sonradan aynı tür olduğu anlaşılan türlerde çift örneklem olduğundan örneklem sayısı maksimum 10'u bulmuştur. Veri analizleri sırasında her tür için tek satırlık, ortalama değerlerden oluşan bir veri seti üzerinde çalışıldığından analizler açısından bir sorun yaşanmamıştır.

Bitki maksimum boyu arazi çalışmaları sırasında ölçülen bir fonksiyonel karakter olup her bir alandaki her bir baskın tür için 5 bireyden şerit metre ile ölçülmüş ve cm cinsinden veri kaydedilmiştir. Şerit metre ile ölçülemeyen ağaç formundaki bitkiler ise klinometre ile her biri ağaca 10 m mesafeden ve mümkün olduğunca farklı noktadan olacak şekilde üçer ölçüm alınarak m cinsinden kaydedilmiştir.

Yaprak örnekleri her bireyden en az 10 sağlıklı yaprak olacak şekilde mümkün olduğunca farklı dallardan olacak şekilde toplanmıştır. Araziden toplanan yaprak ve gövde örnekleri kilitli plastik poşete konarak, içerisinde hava kalacak şekilde veya içine üflenerek (ek CO₂ için), birkaç damla distile su (veya içme suyu), kesilmiş küçük kurutma (filtre) kağıtları ve uygun tür, lokalite, birey sayısı bilgisini içeren etiket ile paketlenip +4'C'de buzluk içerisinde buz aküleriyle birlikte kalınan yere götürülmüştür. Bu örnekler çalışmada kullanılacak olan özgül yaprak alanı, yaprak kuru madde içeriği ve yaprak kalınlığı karakterlerinin ölçülmesi ve hesaplanması için kullanılmıştır. Her bir tür için her parselde, yaprak örneği alınanlarla aynı 5 bireyden gövde örneği alınmıştır. Gövde kesiti örneği bitkinin boyu izin verdiği sürece yerden 10 ila 40 cm yükseklikten olacak şekilde yaklaşık 10 cm uzunluğunda bir kesit olacak şekilde manuel ve elektrikli testere veya bağ makasıyla alınmıştır. Boyu 10 cm'den küçük bitkilerde gövdeyi temsil ettiği düşünülen çiçekten ve kökten uzaklaşarak mümkün olan maksimum uzunlukta parça kesit olarak alınmıştır. Yan dallara erişilemeyecek veya temsili olmayabileceği düşünülen *Cupressaceae* ve *Pinaceae*

türleri haricinde 6cm'i aşan gövde kalınlığına sahip odunsu ve çoğunlukla maki elemanı olan türlerde gövdeyi temsilen yan kalın dallardan (6cm'den küçük çapa sahip) gövde kesiti için örnek alınmıştır.

Örnek toplanırken olgun bireylerin ve yaprakların seçilmesine, fidelerin ve yeni çıkmakta olan yaprakların alınmamasına özen gösterilmiştir. Yaprakların sağlıklı olarak nitelendirilmesi için üzerlerinde çıplak gözle görülebilen böcek yumurtası (ağırlık için), yırtık, delik (yüzey alanı için) olmamasına dikkat edilmiştir. Ayrıca sarı, geçkin yapraklar örneklenmemiştir. Sağlıklı yapraklar seçilirken de her birey için yeterli sayıda olması durumunda 20-30 yaprak seçilerek, bunların içerisinde rastgele seçilen 10 yaprak ölçüm için ayrılmıştır.



Şekil 2. Çalışma alanlarının seçilme metodolojisini ve örneklem tasarımını gösteren şablon.

2.3. Laboratuvar ölçümleri

Araziden toplanmış olan örnekler üzerinde, hacimlerini ve su içeriklerini kaybetmeden (tazeyken) toplandıktan sonra en geç 24 saat içerisinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlerden, yaprak kalınlığı dijital mikrometre aracılığıyla her yaprak için yaprak ayasından, yaprağın boyutunun izin verdiği derecede ortadan, damarsız kısımdan ve yaprak ekseninden uzak bir ölçüm olacak şekilde; parçalı yapraklarda ise her bir yaprak için genellikle orta kısımdan, diğer yaprakçıkları da temsil edebileceği düşünülen bir yaprakçığın kalınlığı basit yapraklardaki gibi ayadan ve damarsız kısımdan olacak şekilde (mm), gövde kesit kalınlığı (her kesit için 3 farklı noktadan dijital kumpasla ölçüm, mm), gövde kesit uzunluğu (dijital kumpasla ölçüm, mm) ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümler yapılmadan önce daha sonra yaprak alanı ve özgül yaprak alanı hesaplarında kullanabilmek amacıyla her bir bireye ait 10 olgun ve sağlıklı yaprak tarayıcıya yerleştirilerek taranmış ve yaprak görüntüleri dijital halde bilgisayara aktarılmıştır. Taban yaprağı taşıyan türlerde -varsa- 10 gövde, 10 taban yaprağı ölçülmüş ayrı şekilde kaydedilmiştir. Bazı otsu bitkilerde (özellikler bazı *Poaceae* türlerinde) yaprağın kendi eksenine üzerine katlanması ve yaprağa zarar vermeden açılmasının mümkün olmadığı

durumlarda yaprakların tam 2 kat olduğundan emin olunarak tarama ve kalınlık ölçümleri alınmış, bu türlere not düşülerek hesaplamalara yüzey alanları iki ile çarpılarak ve kalınlıkları ikiye bölünerek ulaşılmıştır. Ölçümleri alınan yaprak ve gövde örnekleri daha sonra kuru ağırlık tartımları yapılmak üzere mektup zarflarına konarak içine kurutma kağıdı parçalarının da ilavesiyle paketlenmiştir. Arazinin ilk günlerinde paketlenen örnekler olası küflenme risklerine karşı ara ara kontrol edilerek gerekirse kurutma kağıtları ve zarfları değiştirilmiştir.

Arazideki laboratuvarında ilk ölçümleri alınan örnekler daha sonra Ankara'daki Hacettepe Üniversitesi Fonksiyonel Ekoloji laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen bu yapraklar önce metal fırın kapları içerisinde su, yaprak yüzeyini ortecek ve yapraklar su yüzeyinde yüzmeyecek şekilde her tür için uygun miktarda distile su ilavesi ile 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Böylelikle yapraklar suya doymun hale getirilmiştir. Yaprakların yüzeylerinde kalan su damlacıklarının ağırlığa etki etmemesi için yaprağın içindeki su çektirilmeden hızlıca kurularak ve yaprak sapları kesilip sadece aya bırakılarak elektronik hassas terazide yaprak boyutuna göre virgülden sonra 3 veya 4 basamak hassaslıkla ölçüm alınmıştır. Yapraklardan her türün her bireyi için toplu halde (10 yaprak) tek tartım değeri elde edilmiştir. Daha sonra yaprak ve gövde örnekleri 70°C'de 72 saat etüvde bekletilerek kurutulmuştur. Büyük gövdeler (*Arbutus andrachnea*, *Quercus* spp., *Laurus nobilis* vb.) 70°C'de minimum 96 saat etüvde bekletildikten sonra tartılmıştır. İçi boş olarak kabul edilen gövdeler (*Scrophularia lucida*, *Euphorbia* spp. vb.) 101°C'de 72 saat etüvde bekletilerek kurutulmuştur. Kuruyan gövde ve yaprak örnekleri, havadaki nemi almadan hızlı bir şekilde örnekler için uygun farklı hassaslıktaki elektronik terazilerde tartılarak ölçümler (mg veya g cinsinden) kaydedilmiştir. Böylece, daha önce üzerlerinde ölçüm gerçekleştirilmiş olan yaprak ve gövde örneklerinin kuru ağırlık değerleri elde edilmiştir. Yaprakların mg cinsinden kuru ağırlığının, yaprağın g cinsinden suya doymun ağırlığına bölünmesiyle yaprak kuru madde içeriği (LDMC) değerleri elde edilmiştir.

Gövde özgül yoğunluğu, gövde kesitinin kuru ağırlığının aynı parçanın yaş hacmine bölümüyle elde edilmiştir (mg mm^{-3}). Gövde yoğunluğu ölçülürken gevşek kabuk çıkarılmıştır. Gövde özgül yoğunluğu hesabı için gereken gövde kesiti hacmi daha önce alınan gövde kesiti kalınlığı (R) ve uzunluğu (L) verilerinden silindir hacim hesabına göre ($V=(0.5R)^2 \cdot \pi \cdot L$) hesaplanmıştır. Alınan 3 kalınlık ölçümünün ortalaması alınarak yarıçap (0,5.R) değeri elde edilmiştir (Pérez-Harguindeguy vd., 2016).

Arazi çalışmaları sırasında taranmış olan yaprak görüntülerinin ImageJ programı kullanılarak yaprak yüzey alanı büyüklükleri (mm^2) belirlenmiştir. Görüntülerdeki yaprak yüzey alanlarının hesaplanmasından önce, yaprak sapı, görüntüdeki lekeler görüntüden temizlenmiş, katlanmış yaprakların katlantıları açılarak analiz edilmiş ve hesap buna göre yapılmıştır. Hesaplanan yaprak yüzey alanı verisi ve aynı bireylere ait yaprak kuru ağırlıkları verisi kullanılarak örneklenen her bir bireyin özgül yaprak alanı değeri hesaplanabilmiştir.

Bitkinin büyüklüğüyle ilişkili olan morfolojisi olan bitki büyüme şekli, arazi gözlemleri ve literatüre göre belirlenmiştir. Bu çalışmada, farklı büyüme şekillerine (ağaç, çalı, yarı-çalı, tek yıllık ot, çok yıllık ot, geofit vb.) sahip olan taksonlar, her bir alanda her bir büyüme şeklinin temsili açısından az sayıda taksona ait örneklem bulunduğundan istatistiksel analizlere imkân vermesi bakımından otsu ve odunsu olarak iki büyüme şekli altında gruplandırılmıştır.

Bu çalışma kapsamında bitki büyüme şekli, bitki maksimum boyu, gövde özgül yoğunluğu, yaprak kalınlığı, yaprak yüzey alanı, özgül yaprak alanı, yaprak kuru madde içeriği, taban yaprak kalınlığı, taban yaprak yüzey alanı, özgül taban yaprak alanı, taban yaprak kuru madde içeriği olmak üzere toplamda 11 adet bitki fonksiyonel karakteri incelenmiştir.

2.4. İklimsel verilerin elde edilmesi

Çalışmada kullanılan iklim verileri WorldClim veri tabanından elde edilmiştir (<http://worldclim.org>; sürüm 2.1). Worldclim veri tabanı, yıllık sıcaklık ve yağış eğilimlerini, mevsimselliği, en soğuk ve en sıcak ayın sıcaklığını, en kurak ve en yağışlı çeyreğin yağış miktarı gibi iklimsel parametreleri temsil eden 19 farklı biyoiklimsel değişkeni ve güneş ışınımı ve rüzgar hızı gibi değişkenleri içermektedir (Fick ve Hijmans, 2017). Bu tez çalışması, görece dar bir coğrafyada gerçekleştirildiği için, iklimsel değişkenlere ait veriler, Worldclim veri tabanında bulunan en yüksek çözünürlük olan 30 saniye çözünürlük seçilerek indirilmiştir. Elde edilen değişkenler ve çalışma parsellerinin koordinatları, QGIS programına katman olarak eklenmiş ve gerekli araçlar kullanılarak her bir koordinattaki her bir iklimsel değişkene ait veri elde edilmiştir. Söz konusu iklimsel değişkenlerin kodları ve isimleri aşağıda verilmiştir (<http://worldclim.org>):

BIO1: Yıllık ortalama sıcaklık

BIO2: Ortalama günlük sıcaklık farkı [Aylık ortalama (maks. sıcaklık- min. sıcaklık)]

BIO3 İzotermalite (BIO2/BIO7)×100)

BIO4 Sıcaklık mevsimselliği (Standart sapma×100)

BIO5 En sıcak ayın maksimum sıcaklığı

BIO6 En soğuk ayın minimum sıcaklığı

BIO7 Yıllık ortalama sıcaklık aralığı (BIO5-BIO6)

BIO8 En yağışlı çeyreğin ortalama sıcaklığı

BIO9 En kurak çeyreğin ortalama sıcaklığı

BIO10 En sıcak çeyreğin ortalama sıcaklığı
BIO11 En soğuk çeyreğin ortalama sıcaklığı
BIO12 Yıllık ortalama yağış miktarı
BIO13 En yağışlı ayın yağış miktarı
BIO14 En kurak ayın yağış miktarı
BIO15 Yağışın mevsimselliği (varyasyon katsayısı)
BIO16 En yağışlı çeyreğin yağış miktarı
BIO17 En kurak çeyreğin yağış miktarı
BIO18 En sıcak çeyreğin yağış miktarı
BIO19 En soğuk çeyreğin yağış miktarı
Güneş ışınımı ($\text{kJ m}^{-2} \text{gün}^{-1}$)
Ortalama yıllık rüzgar hızı (m s^{-1})

2.5. İstatistiksel Analizler

Deneyle ve ölçümlerin sonucunda elde edilen tüm veriler, tek bir veri seti halinde (LibreOffice Calc programı kullanılarak) toplanmış ve daha sonra bu veriler üzerinde gerçekleştirilmiş tüm istatistiksel analizler için R yazılımı (R Core Team, 2020) kullanılmıştır.

Bu çalışmada incelenen her bir fonksiyonel karakterin, farklı komünitelerdeki tür seviyesindeki değişkenliği, tanımlayıcı istatistiklerle (medyan, ortalama, minimum, maksimum, vb.) ortaya konmuştur. Fonksiyonel karakterlerin rakımsal gradient, iklimsel değişkenler ve birbirleriyle ilişkisi korelasyon matrisleri, basit doğrusal regresyon, tek ve iki yönlü doğrusal karma modeller ve genelleştirilmiş eklemeli modeller (GAM) ile sınıanmıştır. Veri setlerinin normal dağılıp dağılmadığı histogramlar, Shapiro-Wilk testi ve artıkların dağılımı incelenerek sınıanmıştır. Gereken durumlarda bazı karakter verilerinin dağılımının normale yaklaştırılabilmesi için analiz öncesinde logaritmik dönüşüm uygulanmıştır. Buna ek olarak, komünite ağırlıklı karakter ortalamaları, her bir karakterin komünitedeki ortalama durumunu göstermek için hesaplanmıştır (Garnier vd., 2016). Komünite ağırlıklı ortalamalarının analizleri haricinde kullanılan veri setleri logaritması alınarak normale yaklaştırılmış veri setleri üzerinde genelleştirilmiş toplamsal model analizleri ve doğrusal model analizleri uygulanmıştır (yaprak kalınlığı ve bitki boyunun % varyasyon katsayısı analizlerinde normalleştirilmeye gerek duyulmadığından ham veriyle çalışılmıştır).

Çalışmada incelenmiş olan fonksiyonel karakter verileri kullanılarak, çalışma parselleri için fonksiyonel çeşitlilik indeksleri hesaplanarak, rakım gradiyenti boyunca bitki

komünitelerinin fonksiyonel çeşitliliğinin nasıl değişim gösterdiği incelenmiştir. Fonksiyonel çeşitlilik indeksleri arasından, bitki komünitelerinin fonksiyonel çeşitliliği ortaya çıkarmak için en yaygın kullanılan dört tanesi bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir: fonksiyonel zenginlik, fonksiyonel eşitlik, fonksiyonel iraksama ve fonksiyonel dağılım (Garnier vd., 2016). Fonksiyonel çeşitliliğin rakımsal değişiminin analizlerinde, basit doğrusal regresyon ve GAM analizleri kullanılmıştır.

Fonksiyonel çeşitliliğe ek olarak Shannon tür çeşitliliği de her alan için hesaplanmış, fonksiyonel çeşitlilikle ve rakımla ilişkileri korelasyon matrisi ve doğrusal modellerle sınanmış ve grafiklerle görselleştirilmiştir. Yapılan ölçümler aracılığıyla elde edilen türlerin fonksiyonel karakterlerine ait veriler ve komünite ağırlıklı karakter ortalamaları, fonksiyonel çeşitlilik verileri ve tür çeşitliliği verileri, vejetasyon tipi, büyüme şekli ve rakıma göre sınanmıştır.

GAM modeli analizlerinde sınanan her bir değişkenin model artıklarının gösterdiği dağılım görselleştirilmiş ve gerekli görülen durumlarda (esas olarak artıkların dağılımının düzgün olmadığı durumlarda) modellerdeki değişkenlerin logaritması alınarak analiz tekrar gerçekleştirilmiştir. GAM modelleri uygulanırken kaçınıcı dereceden bir denklemin değişkenler arası ilişkileri en iyi şekilde ve minimum karmaşıklıkta sınıadığını tespit edebilmek için düzgünleştirme parametresi olarak kullanılan k değeri, modelin minimum çalışabildiği 3'ten başlanarak birer birer artırılarak farklı GAM modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan yeni modelin, daha az karmaşık olan model ile olasılık oranı testi (*likelihood ratio test*) kullanılarak sınanmış ve k değerini (model karmaşıklığını) artırmanın modelin açıklayıcılığında önemli bir katkı yayıp yapmadığı tespit edilmiştir. Model sonuçları alınırken etkin serbestlik derecesi (e.d.f.) modelin karmaşıklığının bir göstergesi olarak alınmıştır (e.d.f. = 1 olması doğrusal bir ilişkiye işaret eder ve GAM modelinin veriye uygun olmadığını gösterir). Analizleri gerçekleştirilen ve görselleştirilen tüm eğrilerde verilerin genelleştirilmiş toplamsal modellere uygunlukları sınanmış, e.d.f.'nin 1 olduğu doğrusal koşullarda basit doğrusal regresyon analizleri ile veri analiz edilmiştir. GAM modellerinin bulguları, e.d.f, açıklanan sapma (%), p ve F değerleri ile sunulmuştur.

Bu çalışmanın analizlerinde, grafiksel gösterim için *ggplot2* paketi (Wickham 2016), doğrusal karma modeller için *nlme* paketi (Pinheiro vd. 2022), komünite ağırlıklı ortalamaları için *dplyr* paketi (Wickham vd. 2022), genelleştirilmiş eklemeli modeller için *nlme* (Pinheiro vd. 2022) ve *mgvc* paketi (Wood 2022), fonksiyonel çeşitlilik indeksleri için *mFD* paketi (Magneville vd. 2021) kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Çalışma alanlarındaki bitki taksonları ve bolluk skorları

Çalışma alanlarında, tez çalışması boyunca tespit edilmiş olan taksonlar, aşağıda yer alan Tablo 3-20’de verilmiştir. Çalışma alanlarına ait genel görüntüler ve bazı bitkilerin görselleri de Şekil 3-20’de sunulmuştur. Takip eden 18 sayfa boyunca 18 alanın her biri tek bir sayfada verilmiştir. Tablolarda yer alan ve karakter ölçümü için örneklenen türler koyu ve yıldızlı (*) şekilde verilmiştir. Tablolarda yer alan her bir taksonun yanında daha önce bahsedilen (bkz. Tablo 2) taksonların alanda sahip oldukları bolluk skorları da verilmiştir.

Tablo 3. L1 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

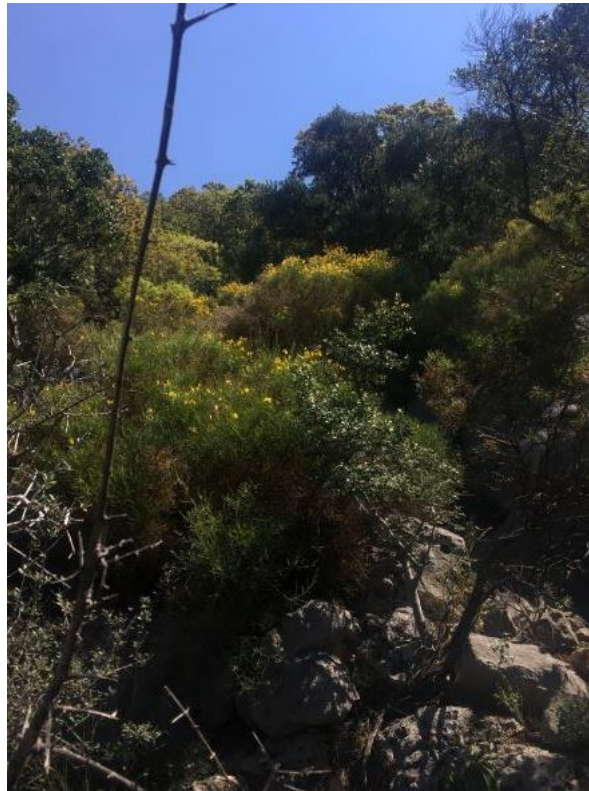
No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Olea</i>	<i>europaea*</i>	3	21	<i>Quercus</i>	<i>ilex*</i>	0,1
2	<i>Genista</i>	<i>acanthoclada*</i>	3	22	<i>Arbutus</i>	<i>andrachne*</i>	0,1
3	<i>Quercus</i>	<i>coccifera*</i>	3	23	<i>Ceratonia</i>	<i>siliqua</i>	0,1
4	<i>Quercus</i>	<i>aucherii*</i>	2	24	<i>Teucrium</i>	<i>divaricatum</i>	0,1
5	<i>Phillyrea</i>	<i>latifolia*</i>	2	25	<i>Euphorbia</i>	sp.	0,1
6	<i>Pistacia</i>	<i>lentiscus*</i>	2	26	<i>Seleginella</i>	<i>denticulata</i>	0,1
7	<i>Ricotia</i>	<i>Carnosula *</i>	1,5	27	<i>Adiantum</i>	sp.	0,1
8	<i>Euphorbia</i>	<i>dendroides*</i>	1	28	<i>Smilax</i>	sp.	0,1
9	<i>Satureja</i>	<i>thymbra*</i>	1	29	<i>Helicrysum</i>	<i>plicatum</i>	0,1
10	<i>Crepis</i>	<i>micrantha*</i>	1	30	<i>Corydotrepus</i>	sp.	0,1
11	<i>Hypochoeris</i>	<i>achyrophorus*</i>	1	31	<i>Fabaceae</i>	sp.	0,1
12	<i>Valantia</i>	<i>hispida*</i>	1	32	<i>Apiaceae</i>	sp.	0,1
13	<i>Cyclamen</i>	<i>graceum*</i>	1	33	<i>Ornithagalum</i>	sp.	0,1
14	<i>Asparagus</i>	<i>acutifolius*</i>	0,1	34	<i>Rubia</i>	<i>tinctorium</i>	0,1
15	<i>Marrubium</i>	<i>globosum*</i>	0,1	35	<i>Arum</i>	sp.	0,1
16	<i>Teucrium</i>	<i>chamaedrys*</i>	0,1	36	<i>Poaceae</i>	sp.	0,1
17	<i>Micromeria</i>	<i>myrtofolia*</i>	0,1	37	<i>Ruscus</i>	<i>aculeatus</i>	0,1
18	<i>Trifolium</i>	<i>campastre*</i>	0,1	38	<i>Eryngium</i>	sp.	0,1
19	<i>Daphne</i>	<i>sericeae*</i>	0,1	39	<i>Adiantum</i>	sp.	0,1
20	<i>Fumana</i>	<i>arabica*</i>	0,1	40	<i>Pistacia</i>	<i>terebinthus</i>	0,1



Şekil 3. L1 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 4. L2 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Quercus</i>	<i>coccifera</i> *	4	20	<i>Teucrium</i>	<i>polium</i> *	0,1
2	<i>Pistacia</i>	<i>terebinthus</i> *	3	21	<i>Amestus</i>	<i>mirabilis</i>	0,1
3	<i>Phillyrea</i>	<i>latifolia</i> *	2	22	<i>Smilax</i>	sp.	0,1
4	<i>Daphne</i>	<i>serisea</i> *	2	23	<i>Teucrium</i>	<i>chamedrys</i>	0,1
5	<i>Quercus</i>	<i>aucheri</i> *	2	24	<i>Ornithogalum</i>	sp.	0,1
6	<i>Olea</i>	<i>europa</i> *	2	25	<i>Ceratonia</i>	<i>siliqua</i>	0,1
7	<i>Euphorbia</i>	<i>dendroides</i> *	2	26	<i>Asphodelus</i>	<i>aestivus</i>	0,1
8	<i>Salvia</i>	<i>fruticosa</i> *	2	27	<i>Ruscus</i>	<i>aculeatus</i>	0,1
9	<i>Genista</i>	<i>acanthoclada</i> *	2	28	<i>Rubia</i>	<i>tenuifolia</i>	0,1
10	<i>Fumana</i>	<i>arabica</i> *	1	29	<i>Helichrysum</i>	<i>plicatum</i>	0,1
11	<i>Phlomis</i>	<i>monocephala</i> *	1	30	<i>Micromeria</i>	<i>myrtifolia</i>	0,1
12	<i>Ricotia</i>	<i>carnisola</i> *	1	31	<i>Viola</i>	<i>kitaibeliana</i>	0,1
13	<i>Rhamnus</i>	sp.*	0,1	32	<i>Bupleurum</i>	<i>gracile</i>	0,1
14	<i>Valantia</i>	<i>hispida</i> *	0,1	33	<i>Mercurialis</i>	<i>annua</i>	0,1
15	<i>Calicotome</i>	<i>villosa</i> *	0,1	34	<i>Teucrium</i>	<i>divaricatum</i>	0,1
16	<i>Asparagus</i>	<i>acutifolius</i> *	0,1	35	<i>Dactylis</i>	<i>glomerata</i>	0,1
17	<i>Geranium</i>	<i>purpureum</i> *	0,1	36	<i>Stipa</i>	<i>bromoides</i>	0,1
18	<i>Styrax</i>	<i>officinalis</i> *	0,1	37	<i>Rubia</i>	<i>tinctorum</i>	0,1
19	<i>Torilis</i>	<i>arvensis</i> *	0,1				



Şekil 4. L2 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 5. L3 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

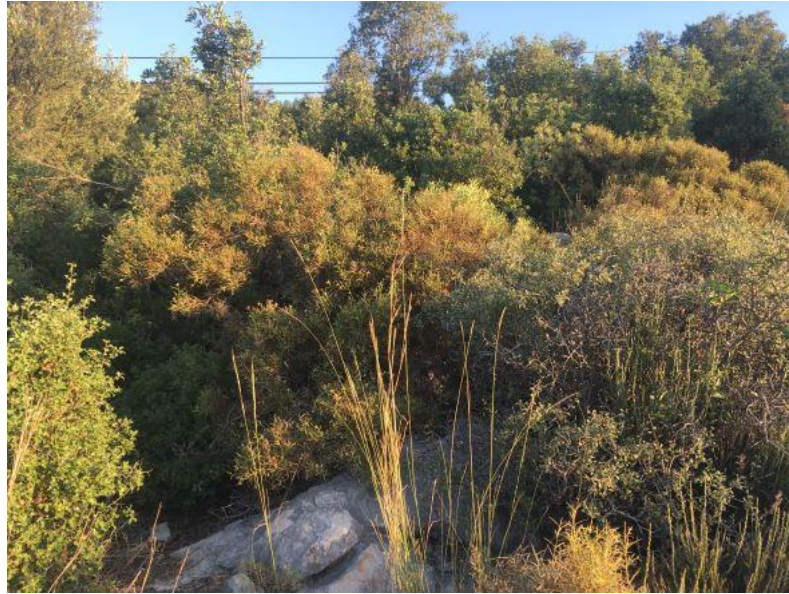
No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Phillyrea</i>	<i>latifolia</i> *	3	21	<i>Pistacia</i>	<i>terebinthus</i> *	0,1	41	<i>Cloe</i>	sp.	0,1
2	<i>Daphne</i>	<i>sericea</i> *	3	22	<i>Olea</i>	<i>europa</i> *	0,1	42	<i>Auprideta</i>	sp.	0,1
3	<i>Quercus</i>	<i>coccifera</i> *	2,5	23	<i>Styrax</i>	<i>officinalis</i> *	0,1	43	<i>Minaurtia</i>	<i>hybrida</i>	0,1
4	<i>Phlomis</i>	<i>monocephala</i> *	2	24	<i>Salvia</i>	<i>fruticosa</i> *	0,1	44	<i>Trigonella</i>	sp.	0,1
5	<i>Euphorbia</i>	sp.4*	2	25	<i>Teucrium</i>	<i>polium</i> *	0,1	45	<i>Trifolium</i>	<i>stellatum</i>	0,1
6	<i>Genista</i>	<i>acanthocalada</i> *	2	26	<i>Euphorbia</i>	<i>characias</i> *	0,1	46	<i>Briza</i>	<i>maxima</i>	0,1
7	<i>Calicotome</i>	<i>villosa</i> *	2	27	<i>Crepis</i>	<i>sancta</i> *	0,1	47	<i>Valerianella</i>	sp.	0,1
8	<i>Medicago</i>	<i>orbicularis</i> *	1	28	<i>Quercus</i>	<i>aucheri</i> *	0,1	48	<i>Alcea</i>	<i>striata</i>	0,1
9	<i>Myosotis</i>	sp.*	1	29	<i>Veronica</i>	<i>lycica</i> *	0,1	49	<i>marrubium</i>	<i>globosum</i>	0,1
10	<i>Euphorbia</i>	sp.1*	1	30	<i>Rhamnus</i> *	sp.*	0,1	50	<i>Crucianella</i>	<i>macrostachya</i>	0,1
11	<i>Trifolium</i>	<i>campastre</i> *	1	31	<i>Trifolium</i>	sp.	0,1	51	<i>Smilax</i>	sp.	0,1
12	<i>Rhamnus</i>	sp.*	1	32	<i>Malcolmia</i>	<i>chia</i>	0,1	52	<i>Orlaya</i>	<i>daucoides</i>	0,1
13	<i>Anthemis</i>	<i>cretica</i> *	1	33	<i>Origanum</i>	<i>onites</i>	0,1	53	<i>Bellis</i>	<i>perennis</i>	0,1
14	<i>Sherardia</i>	<i>arvensis</i> *	1	34	<i>Ajuga</i>	<i>orientalis</i>	0,1	54	<i>leontodon</i>	<i>tuberosus</i>	0,1
15	<i>Salvia</i>	<i>viridis</i> *	1	35	<i>Teucrium</i>	<i>grabifolia</i>	0,1	55	<i>Clypeola</i>	<i>jonthlaspi</i>	0,1
16	<i>Arabis</i>	<i>verna</i> *	1	36	<i>Arum</i>	sp.	0,1	56	<i>Malcolmia</i>	<i>chia</i>	0,1
17	<i>Valentina</i>	<i>hispida</i> *	1	37	<i>Geranium</i>	<i>rotundifolium</i>	0,1	57	<i>Telephium</i>	<i>imperati</i>	0,1
18	<i>Geranium</i>	<i>purpureum</i> *	0,1	38	<i>Asphodelus</i>	<i>aestivus</i>	0,1	58	<i>Teucrium</i>	<i>brevifolium</i>	0,1
19	<i>Lathyrus</i>	<i>setifolius</i> *	0,1	39	<i>Caryophyllaceae</i>	sp.	0,1	59	<i>Cynosurus</i>	<i>echinatus</i>	0,1
20	<i>Asparagus</i>	<i>acutifolius</i> *	0,1	40	<i>Thlaspi</i>	sp.	0,1	60	<i>Sarcopoterium</i>	<i>spinsum</i> ssp. <i>Spinosa</i>	0,1



Şekil 5. L3 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 6. L4 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı	Bolluk	No	Tür Adı	Bolluk	No	Tür Adı	Bolluk
1	<i>Quercus aucheri*</i>	4	21	<i>Rhamnus sp.*</i>	0,1	41	<i>Bupleurum gracile</i>	0,1
2	<i>Genista acanthoclada*</i>	3	22	<i>Marrubium globosum*</i>	0,1	42	<i>Quercus infectoria</i>	0,1
3	<i>Quercus coccifera*</i>	2,5	23	<i>Myosotis sp.*</i>	0,1	43	<i>Cyclamen graceum</i>	0,1
4	<i>Phillyrea latifolia*</i>	2	24	<i>Veronica lycica*</i>	0,1	44	<i>Smilax sp.</i>	0,1
5	<i>Osyris alba*</i>	1,5	25	<i>Salvia viridis*</i>	0,1	45	<i>Filago pyramidata</i>	0,1
6	<i>Satureja thymbra*</i>	1	26	<i>Euphorbia characias*</i>	0,1	46	<i>Koelpinia linearis</i>	0,1
7	<i>Geranium purpureum*</i>	1	27	<i>Pistacia terebinthus ssp. Palaestina*</i>	0,1	47	<i>Sarcopoterium spinosum ssp. Spinosa</i>	0,1
8	<i>Euphorbia sp.2*</i>	1	28	<i>Fabaceae sp.</i>	1	48	<i>Cistus parviflorus</i>	0,1
9	<i>Alkanna oreodoxa*</i>	1	29	<i>Notobasis syriaca</i>	0,1	49	<i>Velezia rigida</i>	0,1
10	<i>Fumana arabica*</i>	1	30	<i>Asteraceae sp.</i>	0,1	50	<i>Teucrium divaricatum</i>	0,1
11	<i>Daphne serisea*</i>	1	31	<i>Geranium sp.</i>	0,1	51	<i>Allium sp.2</i>	0,1
12	<i>Calicotome villosa*</i>	1	32	<i>Heliochrysum pilcatum</i>	0,1	52	<i>Cynosurus echinatus</i>	0,1
13	<i>Valantia hispida*</i>	1	33	<i>Bombycilaena erecta</i>	0,1	53	<i>Dactylis glomerata</i>	0,1
14	<i>Anthemis rosea*</i>	1	34	<i>Trifolium stellatum</i>	0,1	54	<i>Melica minuta</i>	0,1
15	<i>Crepis micrantha*</i>	1	35	<i>Origanum onites</i>	0,1	55	<i>Piptatherum coerulescens</i>	0,1
16	<i>Teucrium polium*</i>	1	36	<i>Anagallis arvensis</i>	0,1	56	<i>Stipa bromoides</i>	0,1
17	<i>Teucrium chamaedrys*</i>	1	37	<i>Briza maxima</i>	0,1	57	<i>Ephedra campylopoda</i>	0,1
18	<i>Hypochoreis achyophorus*</i>	0,1	38	<i>Apiaceae sp.</i>	0,1	58	<i>Cuscuta palaestina</i>	0,1
19	<i>Euphorbia dendroides*</i>	0,1	39	<i>Phagnalon graecum</i>	0,1	59	<i>Allium sp.1</i>	0,1
20	<i>Asparagus acutifolius*</i>	0,1	40	<i>Colchicom balansae</i>	0,1	60	<i>Allium sp.3</i>	0,1



Şekil 6. L4 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 7. L5 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler,bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı	Bolluk	No	Tür Adı	Bolluk	No	Tür Adı	Bolluk
1	<i>Pinus brutia</i> *	5	24	<i>Euphorbia charicas</i> *	0,1	47	<i>Coronilla emerus</i>	0,1
2	<i>Arbutus andrachnea</i> *	3	25	<i>Calicotome villosa</i> *	0,1	48	<i>Lamium amplexicaule</i>	0,1
3	<i>Styrax officinalis</i> *	2	26	<i>Phlomis monocephala</i> *	0,1	49	<i>Ajuga orientalis</i>	0,1
4	<i>Geranium purpureum</i> *	2	27	<i>Crepis micrantha</i> *	0,1	50	<i>Umbilicus rupestris</i>	0,1
5	<i>Veronica lycica</i> *	2	28	<i>Pistacia terebinthus</i> ssp. <i>palaestina</i> *	0,1	51	<i>Synoblesum</i> sp.	0,1
6	<i>Piptatherum miliaceum</i> *	2	29	<i>Hymenocarpus circinnatus</i>	1	52	<i>Spartium junceum</i>	0,1
7	<i>Cistus creticus</i> *	2	30	<i>Ruscus aculeatus</i>	1	53	<i>Asparagus officinalis</i>	0,1
8	<i>Smilax excelsa</i> *	2	31	<i>Medicago orbicularis</i>	0,1	54	<i>Medicago minima</i>	0,1
9	<i>Smilax aspera</i> *	2	32	<i>Vicia</i> sp.	0,1	55	<i>Marrubium globosum</i>	0,1
10	<i>Quercus coccifera</i> *	2	33	<i>Trifolium hirtum</i>	0,1	56	<i>Myosotis</i> sp.	0,1
11	<i>Cyclamen graecum</i> *	1	34	<i>Lamium garganicum</i>	0,1	57	<i>Phlomis bourgaei</i>	0,1
12	<i>Scrophularia lucida</i> *	1	35	<i>Lathyrus apacha</i>	0,1	58	<i>Dracunculus vulgaris</i>	0,1
13	<i>Asparagus acutifolius</i> *	1	36	<i>Crataegus monogyna</i>	0,1	59	<i>Dryopteris pallida</i>	0,1
14	<i>Laurus nobilis</i> *	1	37	<i>Poa angustifolia</i>	0,1	60	<i>Carthamus dentatus</i>	0,1
15	T eşhis edilem eyen*	1	38	<i>Cerastium chlorifolium</i>	0,1	61	<i>Anchosa</i> sp.	0,1
16	<i>Fabaceae</i> sp2*	1	39	<i>Arum</i> sp.	0,1	62	<i>Cynoglossum creticum</i>	0,1
17	<i>Trifolium campastre</i> *	1	40	<i>Aristolochia sedan</i>	0,1	63	<i>Mercurialis annua</i>	0,1
18	<i>Poa bulbosa</i> *	1	41	<i>Alcea striata</i>	0,1	64	<i>Medicago coronata</i>	0,1
19	<i>Quercus trojana</i> *	1	42	<i>Clematis viticella</i>	0,1	65	<i>Origanum onites</i>	0,1
20	<i>Torilis arvensis</i> *	1	43	<i>Urospermum picroides</i>	0,1	66	<i>Teucrium divaricatum</i>	0,1
21	<i>Cardamine gracea</i> *	1	44	<i>Anchusa</i> sp.	0,1	67	<i>Melica minuta</i>	0,1
22	<i>Lamium moschatum</i> *	1	45	<i>Drago</i> sp.	0,1	68	<i>Piptatherum coeruleascens</i>	0,1
23	<i>Genista acanthoclada</i> *	0,1	46	<i>Galium</i> sp.	0,1	69	<i>Rubia tinctorum</i>	0,1



Şekil 7. L5 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 8. L6 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Pinus</i>	<i>brutia</i>	4	23	<i>Quercus</i>	<i>aucheri</i>	0,1
2	<i>Styrax</i>	<i>officinalis</i>	2	24	<i>Euphorbia</i>	<i>charicas</i>	0,1
3	<i>Daphne</i>	<i>sericea</i>	2	25	<i>Notobasis</i>	<i>syriaca</i>	0,1
4	<i>Hyparrhenia</i>	<i>hirta</i>	2	26	<i>Calicotome</i>	<i>villosa</i>	0,1
5	<i>Quercus</i>	<i>coccifera</i>	2	27	<i>Rhamnus</i>	sp.	0,1
6	<i>Geranium</i>	<i>purpureum</i>	1	28	<i>Muscari</i>	sp.	0,1
7	<i>Lathyrus</i>	<i>setifolius</i>	1	29	<i>Trifolium</i>	sp.	0,1
8	<i>Medicago</i>	<i>minima</i>	1	30	<i>Verbascum</i>	sp.	0,1
9	<i>Fabaceae</i>	sp.1	1	31	<i>Plantago</i>	<i>afra</i>	0,1
10	<i>Galium</i>	sp.6	1	32	<i>Vicia</i>	<i>pubescens</i>	0,1
11	<i>Euphorbia</i>	<i>dendroides</i>	1	33	<i>Malcolmia</i>	<i>chia</i>	0,1
12	<i>Trifolium</i>	<i>campastre</i>	1	34	<i>Crepis</i>	sp.	0,1
13	<i>Vulpia</i>	<i>unilateralist</i>	1	35	<i>Asparagus</i>	<i>acutifolius</i>	0,1
14	<i>Micromeria</i>	<i>myrtifolia</i>	1	36	<i>Arabis</i>	<i>verna</i>	0,1
15	<i>Phillaria</i>	<i>latifolia</i>	1	37	<i>Telephium</i>	<i>imperati</i>	0,1
16	<i>Hymenocarp</i>	<i>circinnatus</i>	1	38	<i>Lathyrus</i>	<i>aphaca</i>	0,1
17	<i>Valentina</i>	<i>hispida</i>	1	39	<i>Allium</i>	sp.1	0,1
18	<i>Teucrium</i>	<i>polium</i>	0,1	40	<i>Plantago</i>	<i>afra</i>	0,1
19	<i>Thymalea</i>	sp.	0,1	41	<i>Avena</i>	<i>barbata</i>	0,1
20	<i>Fumana</i>	<i>arabica</i>	0,1	42	<i>Piptatherum</i>	<i>coerulescens</i>	0,1
21	<i>Phlomis</i>	<i>monocephala</i>	0,1	43	<i>Stipa</i>	<i>bromoides</i>	0,1
22	<i>Olea</i>	<i>europa</i>	0,1	44	<i>Taeniatherum</i>	<i>caput-medusae</i>	0,1



Şekil 8. L6 alanının arazide çekilmiş fotoğrafı

Tablo 9. L7 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Pinus</i>	<i>brutia*</i>	4	15	<i>Verbascum</i>	sp.	0,1
2	<i>Styrax</i>	<i>officinalis*</i>	2	16	<i>Cedrus</i>	<i>libani</i>	0,1
3	<i>Quercus</i>	<i>coccifera*</i>	2	17	<i>Poaceae</i>	sp.2	0,1
4	<i>Quercus</i>	<i>cerris*</i>	2	18	<i>Cistus</i>	<i>salvifolius</i>	0,1
5	<i>Quercus</i>	<i>infectoria*</i>	2	19	<i>Anthemis</i>	<i>cretica</i>	0,1
6	<i>Erica</i>	<i>bocquetti*</i>	1,5	20	<i>Anthemis</i>	<i>rosea</i>	0,1
7	<i>Trifolium</i>	<i>campastre*</i>	1	21	<i>Cerastium</i>	<i>chlorifolium</i>	0,1
8	<i>Medicago</i>	<i>minima*</i>	1	22	<i>Minaurtia</i>	<i>hybrida</i>	0,1
9	<i>Quercus</i>	<i>ithaburensis*</i>	1	23	<i>Cistus</i>	<i>parviflorus</i>	0,1
10	<i>Quercus</i>	<i>aucheri*</i>	1	24	<i>Lens</i>	<i>ervoides</i>	0,1
11	<i>Trigonella</i>	<i>fischeriana*</i>	0,1	25	<i>Trifolium</i>	<i>arvense</i>	0,1
12	<i>Lolium</i>	<i>rigidum*</i>	0,1	26	<i>Trifolium</i>	<i>hirtum</i>	0,1
13	<i>Apiaceae</i>	sp.	0,1	27	<i>Trifolium</i>	<i>lucanicum</i>	0,1
14	<i>Pistacia</i>	<i>terebinthus</i> <i>ssp palaestina</i>	1	28	<i>Vicia</i>	<i>pubescens</i>	0,1



Şekil 9. L7 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 10. L8 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Pinus</i>	<i>brutia*</i>	5	11	<i>Juniperus</i>	<i>excelsa</i>	0,1
2	<i>Quercus</i>	<i>coccifera*</i>	4	12	<i>Anthemis</i>	<i>rosea</i>	0,1
3	<i>Pistacia</i>	<i>terebinthus*</i>	2	13	<i>Telephium</i>	<i>imperati</i>	0,1
4	<i>Styrax</i>	<i>officinalis*</i>	1	14	<i>Lens</i>	<i>ervoides</i>	0,1
5	<i>Medicago</i>	<i>minima</i>	1	15	<i>Trifolium</i>	<i>arvense</i>	0,1
6	<i>Juniperus</i>	<i>oxycedrus*</i>	0,1	16	<i>Trifolium</i>	<i>hirtum</i>	0,1
7	<i>Asparagus</i>	<i>acutifolius*</i>	0,1	17	<i>Trifolium</i>	<i>lucanicum</i>	0,1
8	<i>Briza</i>	<i>humilis*</i>	0,1	18	<i>Trifolium</i>	<i>physodes</i>	0,1
9	<i>Teucrium</i>	sp.	0,1	19	<i>Lolium</i>	<i>rigidum</i>	0,1
10	<i>Vicia</i>	sp.	0,1				



Şekil 10. L8 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 11. L9 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Trifolium</i>	<i>campastre*</i>	0,1	21	<i>Allium</i>	sp.1	0,1
2	<i>Poa</i>	<i>bulbosa*</i>	1	22	<i>Telephium</i>	imperati	0,1
3	<i>Trifolium</i>	<i>arvense*</i>	1	23	<i>Velezia</i>	rigida	0,1
4	<i>Thymus</i>	<i>zygnioides*</i>	1	24	<i>Astragalus</i>	prusianus	0,1
5	<i>Anthemis</i>	<i>rosea*</i>	0,1	25	<i>Juniperus</i>	oxycedrus	0,1
6	<i>medicago</i>	<i>orbicularis*</i>	1	26	<i>Orlaya</i>	daucoides	0,1
7	<i>Trifolium</i>	<i>speciosum*</i>	0,1	27	<i>Ornithogalum</i>	sp.	0,1
8	<i>Medicago</i>	<i>minima*</i>	0,1	28	<i>Carthamus</i>	dentatus	0,1
9	<i>Medicago</i>	<i>polymorpha*</i>	1	29	<i>Minaurtia</i>	hybrida	0,1
10	<i>Bromus</i>	<i>madritiensis*</i>	1	30	<i>Sedum</i>	amplexicaule	0,1
11	<i>Briza</i>	<i>humilis*</i>	0,1	31	<i>Trifolium</i>	lucanicum	0,1
12	<i>Trigonella</i>	<i>carica*</i>	1	32	<i>Trigonella</i>	pamphylica	0,1
13	<i>Trigonella</i>	<i>fischeriana*</i>	1	33	<i>Aegilops</i>	triuncialis	0,1
14	<i>Euphorbia</i>	<i>charicas*</i>	0,1	34	<i>Lolium</i>	rigidum	0,1
15	<i>Pistacia</i>	<i>terebinthus*</i>	0,1	35	<i>Taeniatherum</i>	caput-medusae	0,1
16	<i>Quercus</i>	<i>coccifera*</i>	2	36	<i>Galium</i>	murale	0,1
17	<i>Pinus</i>	<i>brutia*</i>	2	37	<i>Crucianella</i>	disticha	0,1
18	<i>Juniperus</i>	<i>excelsa*</i>	3	38	<i>Crucianella</i>	macrostachya	0,1
19	<i>Cedrus</i>	<i>libani*</i>	3	39	<i>Galium</i>	setaceum	0,1
20	<i>Quercus</i>	<i>ithaburiensis*</i>	0,1	40	<i>Crepis</i>	sancta	0,1



Şekil 11. L9 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 12. L10 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Cedrus</i>	<i>libani</i>	4	23	<i>Ornithogalum</i>	sp.	0,1
2	<i>Pholomis</i>	<i>grandiflora</i>	2	24	<i>Centaurea</i>	<i>cyanus</i>	0,1
3	<i>Avena</i>	<i>eriantha</i>	1,5	25	<i>Centaurea</i>	<i>depressa</i>	0,1
4	<i>Juniperus</i>	<i>excelsa</i>	1	26	<i>Leontodon</i>	<i>xylepis</i>	0,1
5	<i>Galium</i>	<i>setaceum</i>	1	27	<i>Allysum</i>	sp.	0,1
6	<i>Cotoneaster</i>	<i>nummularia</i>	1	28	<i>Camelina</i>	<i>rumelica</i>	0,1
7	<i>Ziziphora</i>	<i>tenuior</i>	1	29	<i>Cerastium</i>	<i>chlorifolium</i>	0,1
8	<i>Euphorbia</i>	<i>characias</i>	1	30	<i>Telephium</i>	<i>imperati</i>	0,1
9	<i>Poa</i>	<i>bulbosa</i>	1	31	<i>Velezia</i>	<i>rigida</i>	0,1
10	<i>Briza</i>	<i>humilis</i>	1	32	<i>Pterocephalus</i>	<i>plumosus</i>	0,1
11	<i>Digitalis</i>	<i>ferruginea</i>	0,1	33	<i>Euphorbia</i>	<i>herniariifolia</i>	0,1
12	<i>Silene</i>	<i>pendula</i>	0,1	34	<i>lens</i>	<i>orientalis</i>	0,1
13	<i>Thymus</i>	<i>zygioides</i> <i>var. lycaonicus</i>	0,1	35	<i>Taeniatherum</i>	<i>caput-medusae</i>	0,1
14	<i>Styrax</i>	<i>officinalis</i>	2	36	<i>Bromus</i>	<i>hordeaceus</i>	0,1
15	<i>Cammomilla</i>		0,1	37	<i>Aegilops</i>	<i>triuncialis</i>	0,1
16	<i>Dianthus</i>	<i>calocephalus</i>	0,1	38	<i>Ranunculus</i>	sp.	0,1
17	<i>Anthemis</i>	<i>cretica</i>	0,1	39	<i>Crucianella</i>	<i>disticha</i>	0,1
18	<i>Euphorbia</i>	<i>kotschyana</i>	0,1	40	<i>Crucianella</i>	<i>macrostachya</i>	0,1
19	<i>Vulpia</i>	<i>unilateralist</i>	0,1	41	<i>Galium</i>	<i>setaceum</i>	0,1
20	<i>Thymus</i>	<i>longicaulis</i>	0,1	42	<i>Linaria</i>	<i>simplex</i>	0,1
21	<i>Bunium</i>	<i>microcarpum</i>	0,1	43	<i>Viola</i>	<i>kitaibeliana</i>	0,1
22	<i>Quercus</i>	<i>coccifera</i>	0,1	44	<i>Allium</i>	sp.1	0,1



Şekil 12. L10 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 13. L11 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Juniperus</i>	<i>excelsa*</i>	3	19	<i>Berberis</i>	sp.	0,1
2	<i>Phlomis</i>	<i>grandiflora*</i>	3	20	<i>Lactuca</i>	<i>intricata</i>	0,1
3	<i>Astragalus</i>	<i>angustifolius*</i>	2	21	<i>Thesium</i>	sp.	0,1
4	<i>Amelanchier</i>	<i>parviflora var dentata *</i>	2	22	<i>Dianthus</i>	sp.	0,1
5	<i>Onosma</i>	<i>nanum*</i>	1	23	<i>Centaurea</i>	<i>urvillei</i>	0,1
6	<i>Quercus</i>	<i>coccifera*</i>	1	24	<i>Cerasus</i>	<i>prostrata</i>	0,1
7	<i>Scutellaria</i>	<i>rubicunda*</i>	1	25	<i>Smyrniun</i>	<i>connatum</i>	0,1
8	<i>Poa</i>	<i>bulbosa*</i>	1	26	<i>Bupleurum</i>	<i>gracile</i>	0,1
9	<i>Centaurea</i>	<i>calolepis*</i>	1	27	<i>Melica</i>	<i>penicillaris</i>	0,1
10	<i>Teucrium</i>	<i>chamaedrys*</i>	1	28	<i>Pyrus</i>	<i>spinosa</i>	0,1
11	<i>Sedum</i>	<i>album*</i>	0,1	29	<i>Leontodon</i>	<i>xylepis</i>	0,1
12	<i>Briza</i>	<i>humilis*</i>	0,1	30	<i>Scorzonera</i>	<i>cana</i>	0,1
13	<i>Astragalus</i>	<i>microcephalus*</i>	0,1	31	<i>Berberis</i>	<i>crataegina</i>	0,1
14	<i>Euphorbia</i>	<i>kotschyana</i>	0,1	32	<i>Allysum</i>	sp.	0,1
15	<i>Teucrium</i>	<i>polium</i>	0,1	33	<i>Fibigia</i>	<i>eriocarpa</i>	0,1
16	<i>Cedrus</i>	<i>libani</i>	0,1	34	<i>Onobrychis</i>	<i>montana</i>	0,1
17	<i>Verbascum</i>	sp.	0,1	35	<i>Orchis</i>	sp.	0,1
18	<i>Centaurea</i>	<i>calolepis</i>	0,1	36	<i>Gaudiana</i>	<i>fragilis</i>	0,1



Şekil 13. L11 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 14. L12 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Festuca</i>	<i>elwendiana*</i>	3	23	<i>Dianthus</i>	<i>elegans</i>	0,1
2	<i>Astragalus</i>	<i>microcephalus*</i>	2,5	24	<i>Galium</i>	<i>verum</i>	0,1
3	<i>Phlomis</i>	<i>armeniaca*</i>	2	25	<i>Asphodelus</i>	sp.	0,1
4	<i>Euphorbia</i>	<i>kotschyana*</i>	2	26	<i>Salvia</i>	<i>aethiopis</i>	0,1
5	<i>Amelanchier</i>	<i>parviflora var dentata *</i>	2	27	<i>vicia</i>	<i>cracca</i>	0,1
6	<i>Tanacetum</i>	<i>praeteritum*</i>	2	28	<i>Sedum</i>	<i>amplexicaule</i>	0,1
7	<i>Astragalus</i>	<i>angustifolius*</i>	1	29	<i>Cruciata</i>	<i>taurica</i>	0,1
8	<i>Thymus</i>	<i>longicaulis*</i>	1	30	<i>Verbascum</i>	sp.	0,1
9	<i>Teucrium</i>	<i>chamaedrys*</i>	1	31	<i>Micromeria</i>	sp.	0,1
10	<i>Sedum</i>	<i>album*</i>	1	32	<i>Anthemis</i>	<i>cretica</i>	0,1
11	<i>Poa</i>	<i>bulbosa*</i>	0,1	33	<i>Cotoneaster</i>	<i>nummularia</i>	0,1
12	<i>Fabaceae</i>	sp.*	0,1	34	<i>Centaurea</i>	<i>urvillei</i>	0,1
13	<i>Cerasus</i>	<i>prostrata*</i>	0,1	35	<i>Leontodon</i>	<i>xylepis</i>	0,1
14	<i>Juniperus</i>	<i>excelsa*</i>	0,1	36	<i>Scariola</i>	<i>viminea</i>	0,1
15	<i>Onosma</i>	<i>nanum*</i>	0,1	37	<i>Scutellaria</i>	<i>orientalis</i>	0,1
16	<i>Acantholimon</i>	<i>puberulum*</i>	0,1	38	<i>Allium</i>	sp.	0,1
17	<i>Stipa</i>	<i>capensis*</i>	0,1	39	<i>Festuca</i>	<i>elwendiana</i>	0,1
18	<i>Daphnea</i>	<i>oleoides*</i>	0,1	40	<i>Rhamnus</i>	<i>oleoides</i>	0,1
19	<i>Onobrychis</i>	<i>cornuta*</i>	0,1	41	<i>Asperula</i>	<i>brevifolia</i>	0,1
20	<i>Marrubium</i>	<i>globosum*</i>	0,1	42	<i>Asperula</i>	<i>tenuifolia</i>	0,1
21	<i>Dianthus</i>	<i>calocephalus</i>	0,1	43	<i>Crucianella</i>	<i>macrostachya</i>	0,1
22	<i>Veronica</i>	<i>cuneifolia</i>	0,1				



Şekil 14. L12 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 15. L13 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Bunium</i>	<i>microcarpum</i>	1	15	<i>Lactuca</i>	<i>intricata</i>	0,1
2	<i>Euphorbia</i>	<i>kotschyana</i>	3	16	<i>Tanacetum</i>	sp.	0,1
3	<i>Daphne</i>	<i>oleoides</i>	2	17	<i>Anthemis</i>	<i>cretica</i>	0,1
4	<i>Marrubium</i>	<i>globosum</i>	2	18	<i>Lamium</i>	<i>lycium</i>	0,1
5	<i>Astragalus</i>	<i>angustifolius</i>	2	19	<i>Arabis</i>	<i>aucheri</i>	0,1
6	<i>Acantholimon</i>	sp.	2	20	<i>Aubrieta</i>	<i>canescens</i>	0,1
7	<i>Digitalis</i>	<i>ferruginea</i>	2	21	<i>Minaurtia</i>	<i>hybrida</i>	0,1
8	<i>Thymus</i>	<i>longicaulis</i>	1	22	<i>Saponaria</i>	<i>pumilio</i>	0,1
9	<i>Sedum</i>	<i>album</i>	1	23	<i>Euphorbia</i>	<i>herniariifolia</i>	0,1
10	<i>Astragalus</i>	<i>microcephalus</i>	1	24	<i>Ononis</i>	<i>adenotricha</i>	0,1
11	<i>Veronica</i>	<i>cuneifolia</i>	1	25	<i>Geranium</i>	<i>tuberosum</i>	0,1
12	<i>Cerasus</i>	<i>prostrata</i>	0,1	26	<i>Herniaria</i>	<i>incana</i>	0,1
13	<i>Poa</i>	<i>bulbosa</i>	0,1	27	<i>Gallium</i>	<i>incanum</i>	0,1
14	<i>Centaurea</i>	<i>drabifolia</i>	0,1	28	<i>Veronica</i>	<i>cuneifolia</i>	0,1



Şekil 15. L13 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 16. L14 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı	Bolluk	No	Tür Adı	Bolluk
1	<i>Bunium microcarpum</i> *	1	11	<i>Anthemis cretica</i>	0,1
2	<i>Euphorbia kotschyana</i> *	2	12	<i>Salvia chrysophylla</i>	0,1
3	<i>Daphne oleoides</i> *	1	13	<i>Tulipa</i>	0,1
4	<i>Marrubium globosum</i> *	2	14	<i>Veronica cuneifolia</i>	0,1
5	<i>Astragalus microcephalus</i> *	3	15	<i>Erysimum caricum</i>	0,1
6	<i>Cerasus prostrata</i> *	1	16	<i>Allysum sp.1</i>	0,1
7	<i>Acantholimon puberulum</i> *	0,1	17	<i>Verbascum sp.</i>	0,1
8	<i>Digitalis ferruginea</i> *	0,1	18	<i>Poa bulbosa</i>	0,1
9	<i>Pholomis armeniaca</i>	0,1	19	<i>Bromus tomentellus</i>	0,1
10	<i>Sedum sp.</i>	0,1			



Şekil 16. L14 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 17. L15 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı	Bolluk	No	Tür Adı	Bolluk
1	<i>Astragalus microcephalus</i> *	3	8	<i>Onobrychis cornuta</i> *	0,1
2	<i>Euphorbia kotschyana</i> *	3	9	<i>Cerasus prostrata</i> *	0,1
3	<i>Marrubium globosum</i> *	2	10	<i>Acantholimon puberulum</i>	0,1
4	<i>Carduus rechingeranus</i> *	2	11	<i>Lactuca intricata</i>	0,1
5	<i>Astragalus angustifolius</i> *	2	12	<i>Alyssium</i> sp.	0,1
6	<i>Ononis adenotricha</i> *	1	13	<i>Caryophyllaceae</i> sp.	0,1
7	<i>Daphne oleoides</i> *	1			



Şekil 17. L15 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 18. L16 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Astragalus</i>	<i>microcephalus</i>	3	18	<i>Helichrysum</i>	<i>plicatum</i>	0,1
2	<i>Marrubium</i>	<i>globosum</i>	3	19	<i>Asteraceae</i>	sp.1	0,1
3	<i>Acantholimon</i>	<i>puberulum</i>	2	20	<i>Asteraceae</i>	sp.2	0,1
4	<i>Onobrychis</i>	<i>cornuta</i>	2	21	<i>Tragopogon</i>	<i>latifolius</i>	0,1
5	<i>Ononis</i>	<i>adenotricha</i>	2	22	<i>Saponaria</i>	<i>pumilio</i>	1
6	<i>Bromus</i>	<i>tomentellus</i>	1	23	<i>Centaurea</i>	<i>depressa</i>	0,1
7	<i>Asperula</i>	<i>tenuifolia</i>	1	24	<i>Cynoglossum</i>	<i>creticum</i>	0,1
8	<i>Silene</i>	<i>rhynchocarpa</i>	1	25	<i>Allysum</i>	sp.	0,1
9	<i>Pedicularis</i>	<i>cadmea</i>	1	26	<i>Asyneuma</i>	<i>linifolium</i>	0,1
10	<i>Campanula</i>	<i>tridentata</i>	1	27	<i>Arenaria</i>	<i>tmolea</i>	0,1
11	<i>Minuartia</i>	<i>umbellulifera</i>	1	28	<i>Dianthus</i>	<i>eretmopetalus</i>	0,1
12	<i>Euphorbia</i>	<i>kotschyana</i>	1	29	<i>Astragalus</i>	<i>gymnolobus</i>	0,1
13	<i>Thymus</i>	sp.	0,1	30	<i>Ajuga</i>	<i>chamaeptys</i>	0,1
14	<i>Daphne</i>	<i>oleoides</i>	0,1	31	<i>Acantholimon</i>	<i>ulicinum</i>	0,1
15	<i>Sedum</i>	<i>album</i>	0,1	32	<i>Asperula</i>	<i>brevifolia</i>	0,1
16	<i>Astragalus</i>	<i>angustifolius</i>	0,1	33	<i>Veronica</i>	<i>cuneifolia</i>	0,1
17	<i>Bunium</i>	<i>microcarpum</i>	0,1	34	<i>Carduus</i>	<i>rechingeranus</i>	0,1



Şekil 18. L16 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları

Tablo 19. L17 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Bromus</i>	<i>tomentellus*</i>	3	10	<i>Cerasus</i>	<i>prostrata *</i>	0,1
2	<i>Astragalus</i>	<i>angustifolius*</i>	3	11	<i>Veronica</i>	sp.	0,1
3	<i>Ononis</i>	<i>adenotricha*</i>	1	12	<i>Campanula</i>	sp.	0,1
4	<i>Pedicularis</i>	<i>cadmea*</i>	1	13	<i>Acantholimon</i>	<i>puberulum</i>	0,1
5	<i>Minuartia</i>	<i>juniperina*</i>	1	14	<i>Onobrychis</i>	<i>cornuta</i>	2
6	<i>Asperula</i>	<i>lycia*</i>	2	15	<i>Alyssium</i>	sp.	0,1
7	<i>Thymus</i>	sp.*	2	16	<i>Euphorbia</i>	<i>herniariifolia</i>	0,1
8	<i>Draba</i>	<i>bruniifolia*</i>	1	17	<i>Acantholimon</i>	<i>ulicinum</i>	0,1
9	<i>Poaceae</i>	sp.*	1				



Şekil 19. L17 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları, *Draba bruniifolia*

Tablo 20. L18 alanındaki takson isimleri ve örneklenen türler, bolluklarıyla birlikte

No	Tür Adı		Bolluk	No	Tür Adı		Bolluk
1	<i>Astragalus</i>	<i>angustifolius</i> *	2	11	<i>Poaceae</i>	sp.*	1
2	<i>Lagurus</i>	<i>ovatus</i> *	2	12	<i>Androsace</i>	<i>villosa</i> *	1
3	<i>Astragalus</i>	<i>gymnolobus</i> *	1,5	13	<i>Saponaria</i>	<i>pumilio</i> *	1
4	<i>Poa</i>	<i>alpina</i> *	1,5	14	<i>Cynosurus</i>	<i>echinatus</i> *	1
5	<i>Minuartia</i>	<i>juniperina</i> *	1	15	<i>Acantholimon</i>	<i>puberulum</i> *	0,1
6	<i>Asperula</i>	<i>lycia</i> *	1	16	<i>Acantholimon</i>	<i>ulicinum</i> *	0,1
7	<i>Thymus</i>	sp.*	1	17	<i>Campanula</i>	sp.	0,1
8	<i>Draba</i>	<i>bruniifolia</i> *	1	18	<i>Caryophyllaceae</i>	sp.1	0,1
9	<i>Astragalus</i>	<i>microcephalus</i> *	1	19	<i>Caryophyllaceae</i>	sp.2	0,1
10	<i>Pedicularis</i>	<i>cadmea</i> *	1				



Şekil 20. L18 alanının arazide çekilmiş fotoğrafları, *Astragalus angustifolius*

3.2 Karakter Verilerinin Özeti

Çalışmada incelenen her bir karakter için elde edilen minimum, maksimum, ortalama ve medyan değerleri ve bu değerlerin hangi türlere ait olduğu Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Çalışmada incelenen karakter verilerinin özeti. “n” veri setinde bahsedilen karakter ölçümüne ait tür sayısını ifade etmektedir. Değerler 5 bireyli örneklemin ortalamasını yansıtmaktadır.

	Minimum	Medyan	Ort.	Maksimum
Bitki Boyu (n=271) m	0.002207 <i>Medicago orbicularis</i> (L3)	0.256000 <i>Astragalus microcephalus</i> (L14)	1.484597	24.266600 <i>Pinus brutia</i> (L5)
Gövde Özgül Yoğunluğu (n=232) mg.mm ⁻³	0.02415 <i>Ricotia carnosula</i> (L1)	0.51898 <i>Styrax officinalis</i> (L7) <i>Astragalus microcephalus</i> (L12)	0.55997	6.87914 <i>Valantia hispida</i> (L4)
Yaprak Kuru Madde İçeriği (n=252) mg.g ⁻¹	149.0 <i>Geranium purpureum</i> (L5)	446.7 <i>Astragalus microcephalus</i> (L15)	472.5	2039.7 <i>Quercus coccifera</i> (L11)
Taban Yaprak Kuru Madde İçeriği (n=27) mg.g ⁻¹	115.2 <i>Sedum album</i> (L16)	284.3 <i>Anthemis cretica</i> (L3)	307.6	785.8 Tanımlanamayan bitki (L5)
Yaprak Kalınlığı (n=250) mm	0.0737 <i>Trifolium campestre</i> (L5)	0.2084 <i>Geranium purpureum</i> (L2) <i>Cardamine gracea</i> (L5)	0.2349	0.7112 <i>Juniperus excelsa</i> (L11)
Taban Yaprak Kalınlığı (n=25) mm	0.1475 <i>Bromus tomentellus</i> (L16)	0.2107 <i>Hypochoeris achyrophorus</i> (L4)	0.2334	0.4294 <i>Alkanna oreodoxa</i> (L4)
Yaprak Yüzey Alanı mm ²	1.15 <i>Asparagus acutifolius</i> (L2)	66.2 <i>Daphnea sericeae</i> (L1)	49573.8	1563358.9 <i>Pholomis grandiflora</i> (L10)
Özgül Yaprak Alanı mm ² .mg ⁻¹	0.0476 <i>Styrax officinalis</i> (L7)	1.6970 <i>Thymus zygoides</i> var. <i>lycaonicus</i> (L10)	2230.1	331860.74 <i>Medicago minima</i> (L7)

Tablo 22. İncelenen karakterlerin (SSD: Gövde Özgül Yoğunluğu ve LDMC: Yaprak Kuru Madde İçeriği) komünite ağırlıklı ortalamaları (CWM) üzerinden birbirleriyle ilişkisini gösteren korelasyon matrisi.

	Rakım	CWM bitki boyu	CWM SSD	CWM yaprak kalınlığı	CWM LDMC
Rakım	1,00	-0,42	-0,25	-0,50	0,05
CWM bitki boyu		1,00	0,24	0,34	0,18
CWM SSD			1,00	-0,05	0,22
CWM yaprak kalınlığı				1,00	-0,08
CWM LDMC					1,00

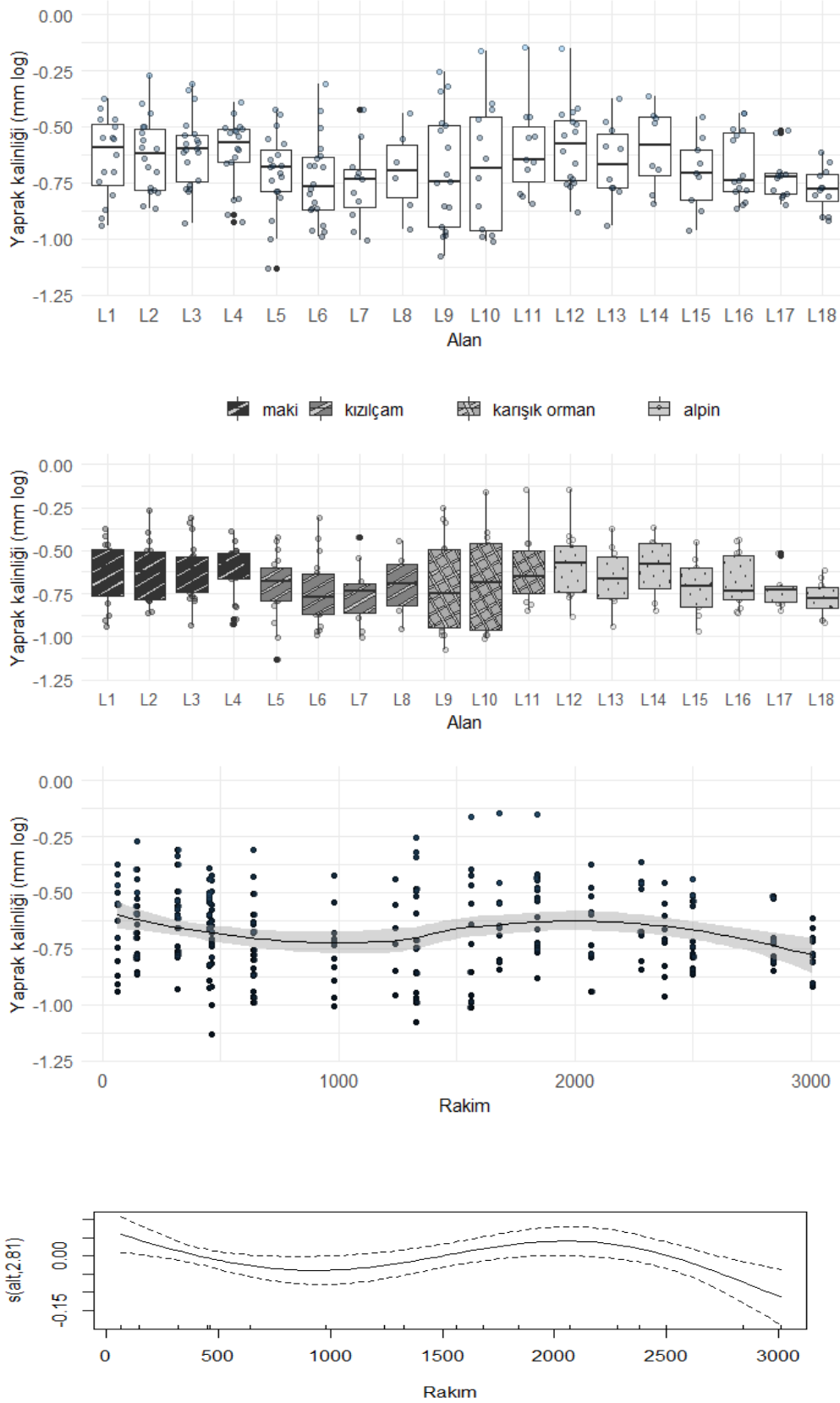
3.3 Rakım/karakter ilişkileri

3.3 Yaprak kalınlığı

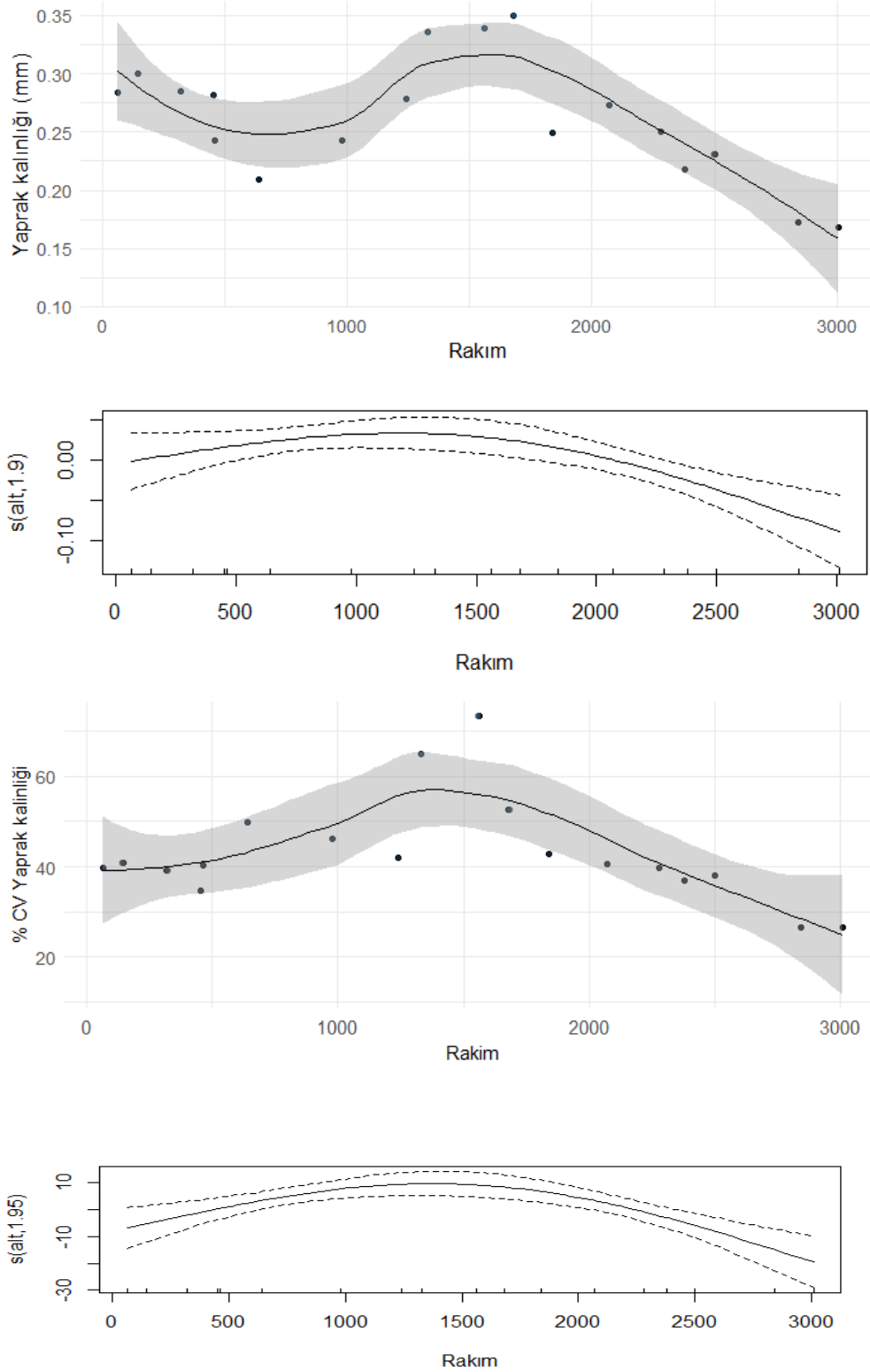
Çalışmada yaprak kalınlıkları ölçülen bitki taksonlarının ölçüm değerleri 0,074 mm ile 0,711 mm arasında değişkenlik göstermektedir (Tablo 21). Yaprak kalınlığının, çalışma alanları (Şekil 3.3a, $F = 1,4$; $p = 0,131$) arasında farklılık göstermezken vejetasyon tipleri (Şekil 3.3b, $F = 3,5$; $p = 0,016^*$) arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca yaprak kalınlıklarında rakımsal gradient boyunca gerçekleşen bir değişimin olduğu anlaşılmıştır. Yaprak kalınlığı değerleri çalışılan rakımsal gradient boyunca bir salınım göstermekte olup deniz seviyesinden yükseldikçe değerler önce azalmış daha sonra 2000 metrelere kadar hafif düzeyde artmış, sonrasında ise dağ zirvesine kadar düzenli olarak azalmıştır (Şekil 3.3c). Bu salınım örüntüsü, genelleştirilmiş toplamsal model eğrisine uyum göstermektedir (Şekil 3.3d; e.d.f. = 2,8; açıklanan sapma = %5,6; $p = 0,007$).

Çalışma alanlarında komünite ağırlıklı ortalama yaprak kalınlığı verisi dikkate alındığında ise değerlerin 0,169 (3007 m) ile 0,358 (1560 m) arasında değiştiği (medyan = 0,262; ortalama = 0,260) görülmüştür. Yaprak kalınlığı değerleri komünite ağırlıklı ortalamaları olarak ifade edildiğinde de önceki paragrafta değinilen salınım eğiliminin halen mevcut olduğu saptanmıştır (Şekil 3.3e). Bu salınım bir genelleştirilmiş toplamsal model eğrisine uyum göstermektedir (Şekil 3.3f; e.d.f. = 1,92; açıklanan sapma = %52,3; $F = 7,3$; $p = 0,005$). Bu değerlerde özellikle 1500 m rakımlardan dağ zirvesine kadar olan neredeyse doğrusal azalma eğilimi çok çarpıcıdır (Şekil 3.3e).

Yaprak kalınlığındaki türler arası varyasyon düzeyi, deniz seviyesinden dağın orta kesimlerine kadar artış göstermiş, bu rakımdan sonra ise dağın zirvesine kadar düzenli olarak azalmıştır. Varyasyon katsayısı değerlerinin bu örüntüsü grafiklerde görülebilmektedir (Şekil 3.3g). Ayrıca bu değişim yine bir genelleştirilmiş toplamsal model eğrisine uyum göstermiştir (Şekil 3.3h; e.d.f. = 1,95; açıklanan sapma = %57,8; $F = 9,6$; $p = 0,002$).



Şekil 3.3. Türlerin yaprak kalınlığı rakım ilişkisi. Yaprak kalınlıklarının alanlar arası farkı (a), alanlara ve vejetasyon tipine göre dağılımı (b), rakımla olan ilişkisi (c) ve rakım-yaprak kalınlığı ilişkisinin GAM grafiği (d) verilmiştir. a ve c grafiğinde her bir nokta bir türe ait 5 bireyin ortalama değerini göstermektedir. c grafiğinde verinin logaritmik ölçekteki eğrisi ve güven aralığı, d grafiğinde ise GAM sonucu, modele uyumlu eğri ve güven aralığı verilmiştir (y eksenini efektif serbestlik derecesi, e.d.f. olarak belirtilmiştir).

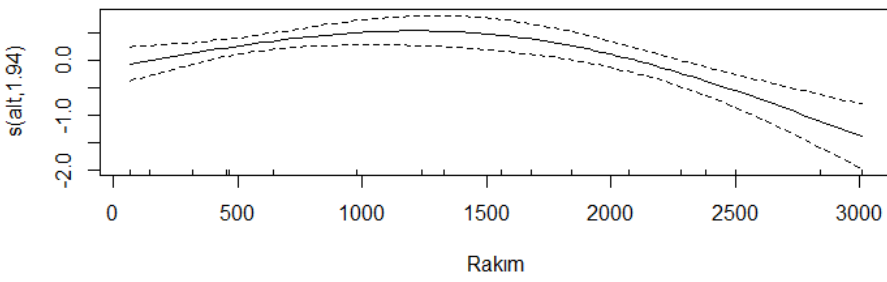
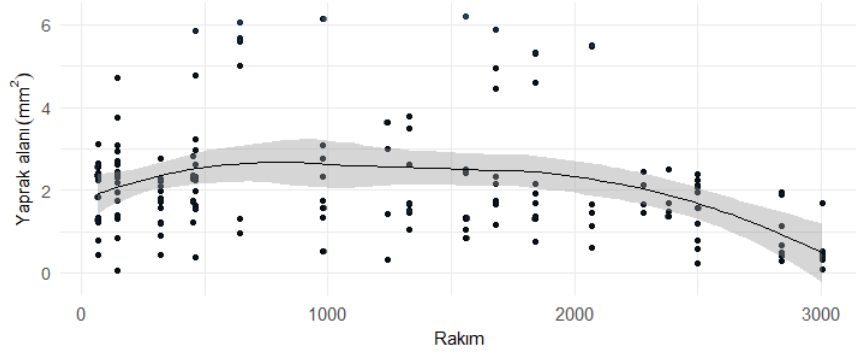
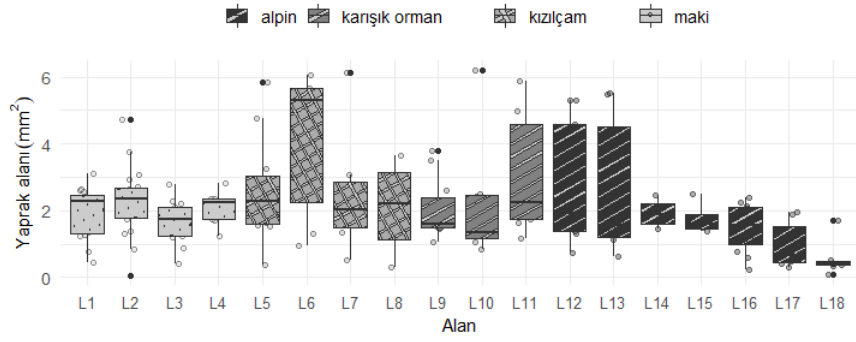
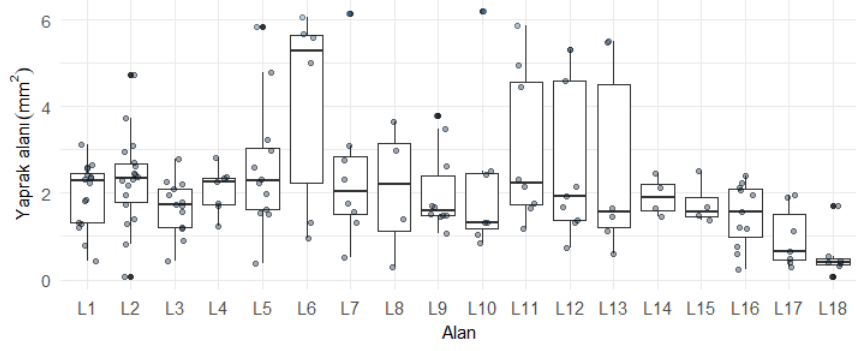


Şekil 3.3. Komünite düzeyinde gövde yaprağı kalınlığı ile rakım arasındaki ilişki. Gövde yaprak kalınlığı (komünite ağırlıklı ortalaması) ile rakım ilişkisi (e) ve bu ilişkinin GAM modeli grafiği (f) ve yaprak kalınlığının % varyasyon katsayısının rakımla ilişkisi (g) ve bu ilişkinin GAM modeli grafiği (h) verilmiştir. e grafiğinde her bir nokta çalışma alanındaki komüniteye ait türlerin bolluk verisiyle ağırlıklandırılmış ortalama değerini göstermektedir. f ve g grafiğinde model eğrisi ve güven aralığı verilmiştir. f ve h grafiğinde GAM modeline uyumlu model eğrisi, güven aralığı ve ham veriye ait GAM model sonucunun grafiği verilmiştir.

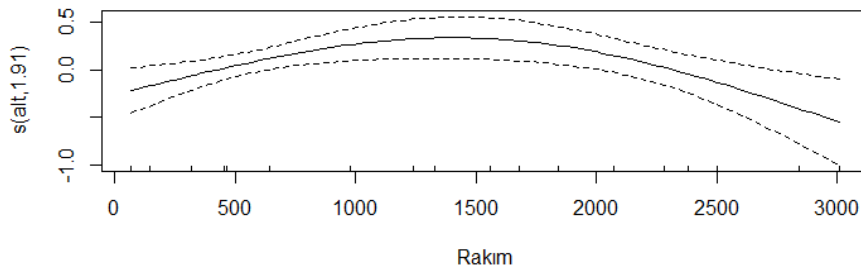
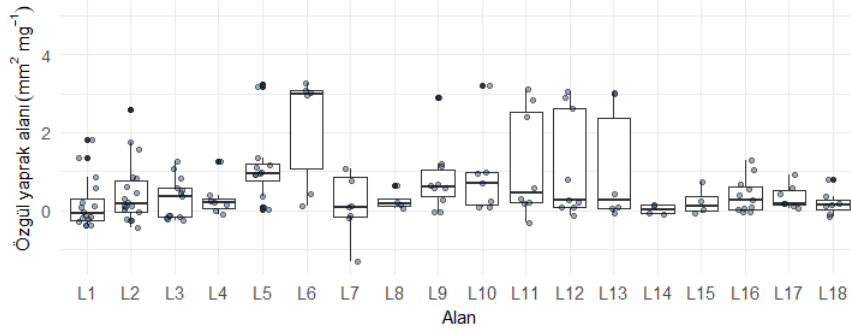
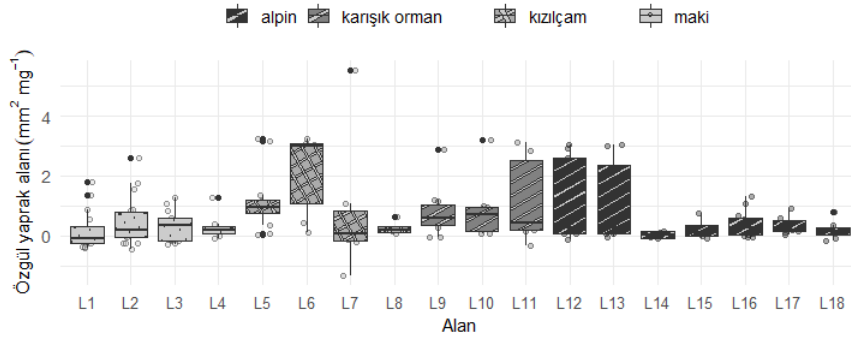
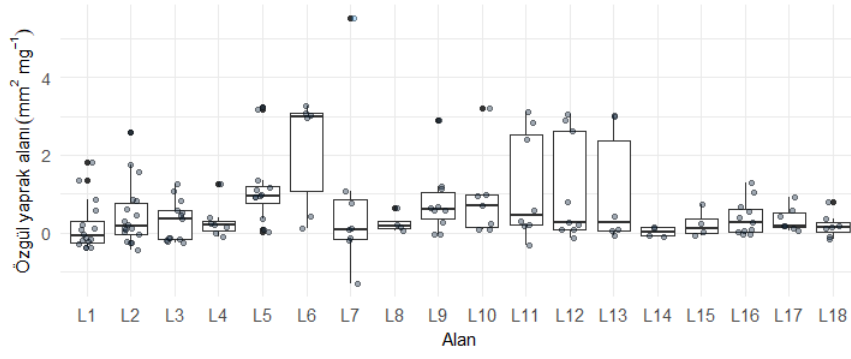
3.4 Yaprak alanı (LA) ve Özgül yaprak alanı (SLA)

Çalışmada yaprak yüzey alanları ölçülen bitki taksonlarının ölçüm değerleri 1,15 mm² ile 1563358,9 mm² arasında değişkenlik göstermektedir (Tablo 21). Yaprak yüzey alanları, çalışma alanları (Şekil 3.4a, F = 2,7; p = 0,0009***) arasında farklılık göstermektedir. Vejetasyon tipleri (Şekil 3.4b, F = 4,4; p = 0,005**) arasında da farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca yaprak yüzey alanlarında rakımsal gradiyent boyunca gerçekleşen bir değişimin olduğu anlaşılmıştır. Yaprak yüzey alanı değerleri çalışılan rakımsal gradiyet boyunca bir salınım göstermekte olup deniz seviyesinden yükseldikçe değerler önce artmış daha sonra 1000 metrelerin sonrasında dağ zirvesine kadar düzenli olarak azalmıştır (Şekil 3.4c). Bu salınım örüntüsü, bir genelleştirilmiş toplamsal model eğrisine uyum göstermektedir (Şekil 3.4d; e.d.f. = 1,9; açıklanan sapma = %13,4; p = < 0,0001).

Hesaplanan özgül yaprak alanı değerleri 0,0476 mm².mg⁻¹ ile 331860,74 mm².mg⁻¹ arasında değişkenlik göstermektedir (Tablo 21). Özgül yaprak alanlarının, çalışma alanları (Şekil 3.4e, F = 2,2; p = 0,0068) arasında ve vejetasyon tipleri (Şekil 3.4d, F = 5,4; p = 0,002) arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca özgül yaprak alanlarında rakımsal gradiyent boyunca gerçekleşen bir değişimin olduğu anlaşılmıştır. Özgül yaprak alanı değerleri çalışılan rakımsal gradiyet boyunca bir salınım göstermekte olup deniz seviyesinden yükseldikçe değerler 1000 metrelere kadar artış göstermiş, sonrasında 2000m'lere doğru önce azalma sonra artma eğilimi göstermiş, dağa sonra alpin kuşakta ise dağ zirvesine kadar düzenli olarak azalmıştır (Şekil 3.4f). Bu salınım örüntüsü, genelleştirilmiş toplamsal model eğrisine uyum göstermektedir (Şekil 3.4d; e.d.f. = 1,9; açıklanan sapma = %6,6; p = 0,008**).



Şekil 3.4. Türlerin yaprak yüzey alanlarının rakımla ilişkisi. Yaprak yüzey alanlarının alanlar arası farkı (a), alanlara ve vejetasyon tipine göre dağılımı (b), rakımla olan ilişkisi (c) ve rakım-yaprak alanı ilişkisinin GAM grafiği (d) verilmiştir. a ve c grafiğinde her bir nokta bir türe ait 5 bireyin ortalama değerini göstermektedir. c grafiğinde verinin logaritmik ölçekteki eğrisi ve güven aralığı, d grafiğinde ise GAM sonucu, modele uyumlu eğri ve güven aralığı verilmiştir (y eksenini efektif serbestlik derecesi, e.d.f. olarak belirtilmiştir).



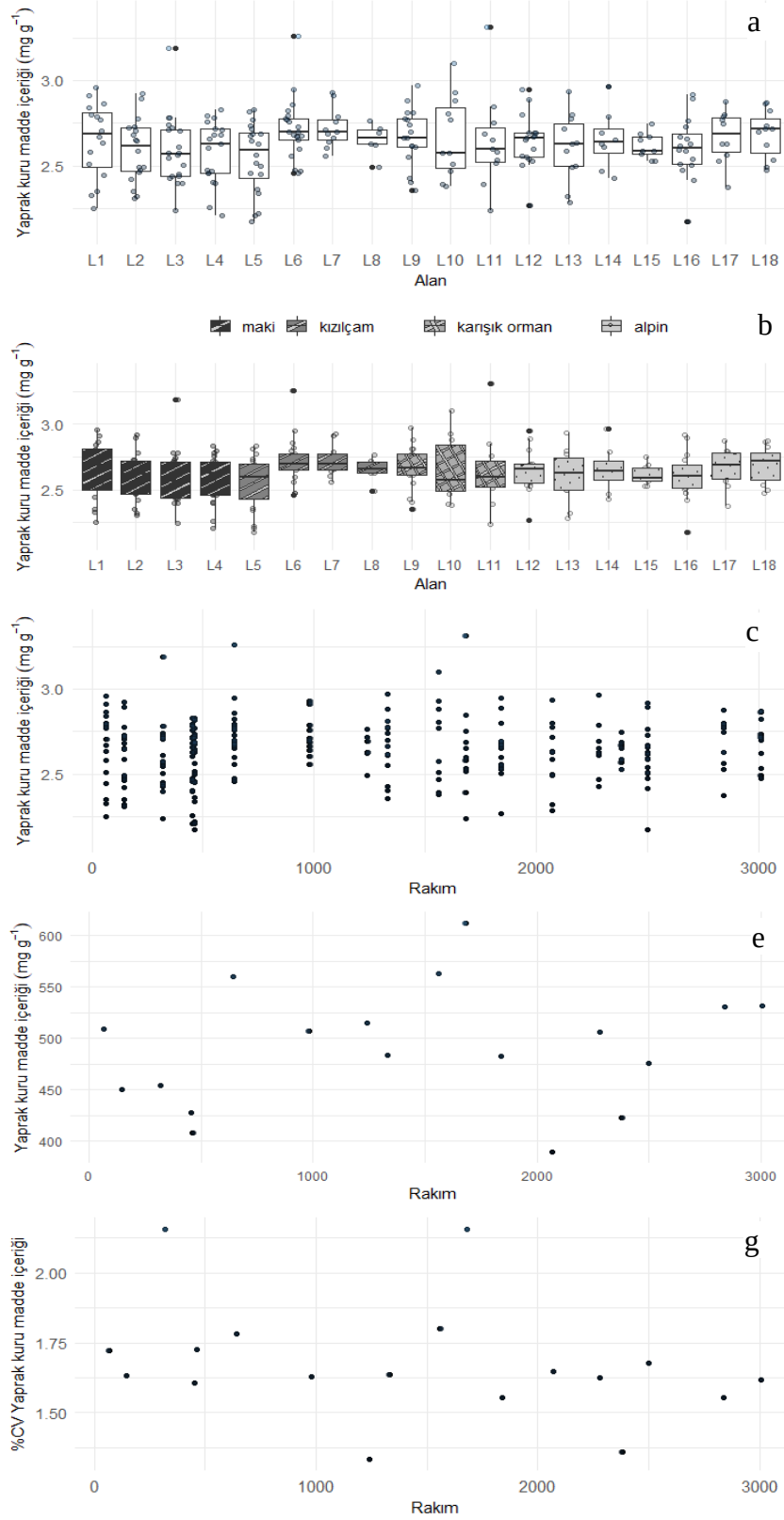
Şekil 3.4. Türlerin özgül yaprak alanlarının rakımla ilişkisi. Özgül yaprak alanlarının çalışma alanları arası farkı (e), çalışma alanlarına ve vejetasyon tiplerine göre dağılımı (f), rakımla olan ilişkisi (g) ve rakım-özgül yaprak alanı ilişkisinin GAM grafiği (h) verilmiştir. a ve c grafiğinde her bir nokta bir türe ait 5 bireyin ortalama değerini göstermektedir. c grafiğinde verinin logaritmik ölçekteki eğrisi ve güven aralığı, d grafiğinde ise GAM sonucu, modele uyumlu eğri ve güven aralığı verilmiştir (y eksenini efektif serbestlik derecesi, e.d.f. olarak belirtilmiştir).

3.5 Yaprak kuru madde içeriği (LDMC)

Çalışmada incelenen bitki taksonlarına ait hesaplanan yaprak kuru madde içeriğleri 149,0 mg.g⁻¹ ile 2039,7 mg.g⁻¹ değerleri arasında değişkenlik göstermektedir (Tablo 21). Yaprak kuru madde içeriğinin, çalışma alanları (şekil 3.5a , F = 1,1; p = 0,397) ve vejetasyon tipleri (şekil 3.5b, F = 1,3; p = 0,262) arasında farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Yaprak kuru madde içeriğinde rakımsal gradiyent boyunca gerçekteşen anlamlı bir değişimin olmadığı görölmüştür. Yaprak kuru madde içeriği değerleri çalışılan rakımsal gradiyentte deniz seviyesinden yükseldikçe 1000 metrelere kadar hafif düzeyde artmış, sonrasında ise dağ zirvesine kadar neredeyse aynı seviyelerde seyretmiş olup regresyon eğrisiyle gösterilmiştir (şekil 3.5c, F = 1,5; p = 0,223).

Çalışma alanlarında yaprak kuru madde içeriğinin komünite ağırlıklı ortalama verisi dikkate alındığında değerlerin 389,2 (2070 m) ile 612,0 (1680 m) arasında değiştiği (medyan = 494,5; ortalama = 490,4) görölmüştür. Yaprak kalınlığı değerleri komünite ağırlıklı ortalamaları olarak ifade edildiğinde de yükseltiyle hafif bir artış görölse de rakımsal gradiyent açasından anlamlı derecede bir açıklayıcılık söz konusu değildir (şekil 3.5e, R²= 0,030; F = 0,5; p = 0,484).

Türler arası varyasyon düzeyi açasından yaprak kuru madde içeriği değerlendirildiğinde dağın alt kesimlerinden zirvesine kadar olan düzenli azalma regresyon eğrisi de eklenerek görselleştirilmiştir (şekil 3.5g). Ancak yine bu değişim tek yönlü bir regresyon analiziyle sınılandığında değişimin anlamlı derecede olmadığı anlaşılmıştır (R²= 0,038; F = 1,7; p=0,215).



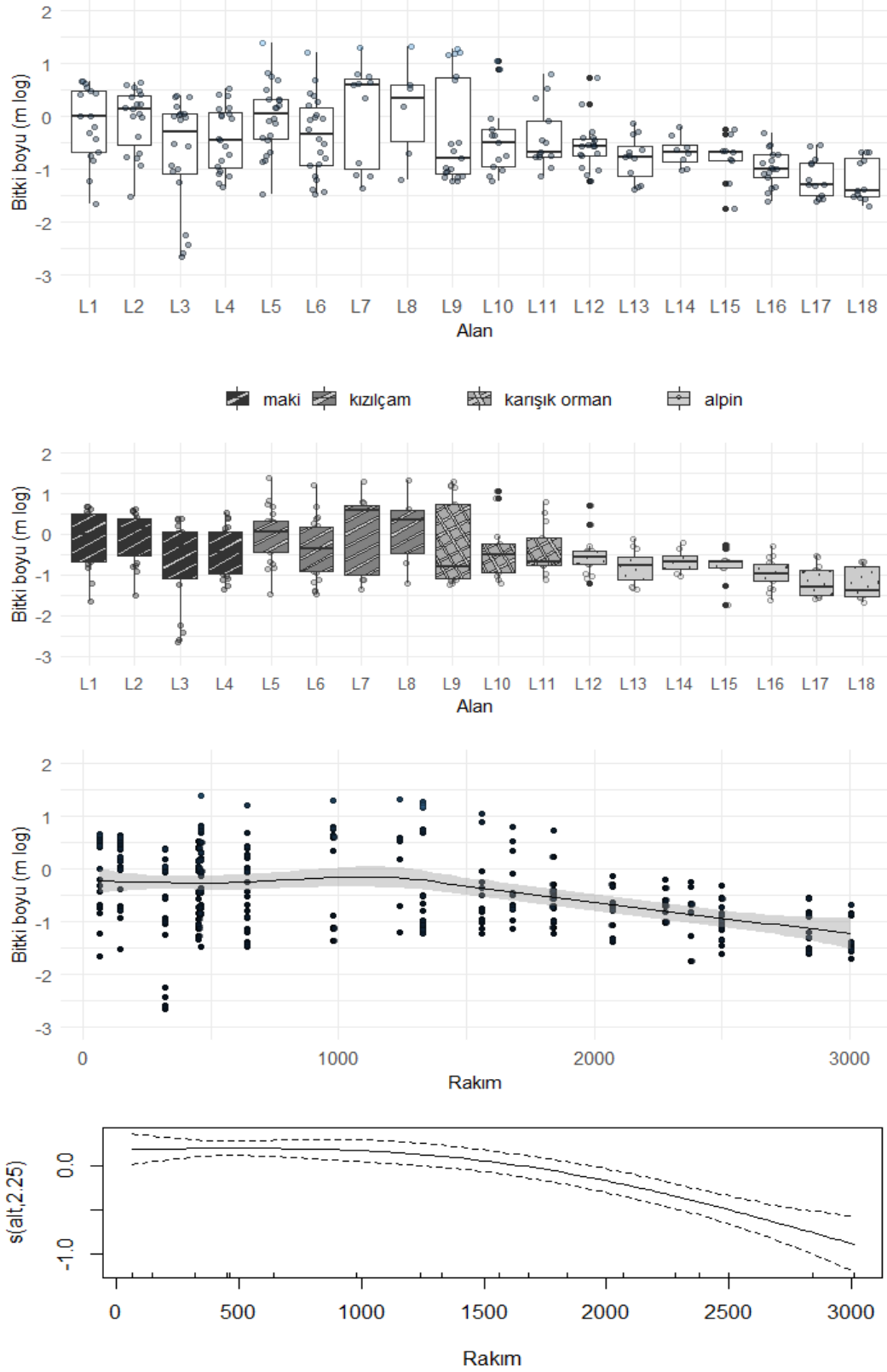
Şekil 3.5. Yaprak kuru madde içeriğinin çalışma alanlarına (a), vejetasyon tiplerine göre (b) dağılımı ve rakımla (c), komünite ağırlıklı ortalamalarının rakımla (e), %varyasyon katsayısı değerlerinin rakımla (g) ilişkisinin regresyon eğrileri ve güven aralıkları verilen grafikleri. a,b ve c grafiğinde her bir nokta bir türe ait 5 bireyin ortalama değerini; e grafiğinde ise çalışma alanındaki komüniteye ait türlerin bolluk verisiyle ağırlıklandırılmış ortalama değerini göstermektedir.

3.6 Bitki maksimum boyu

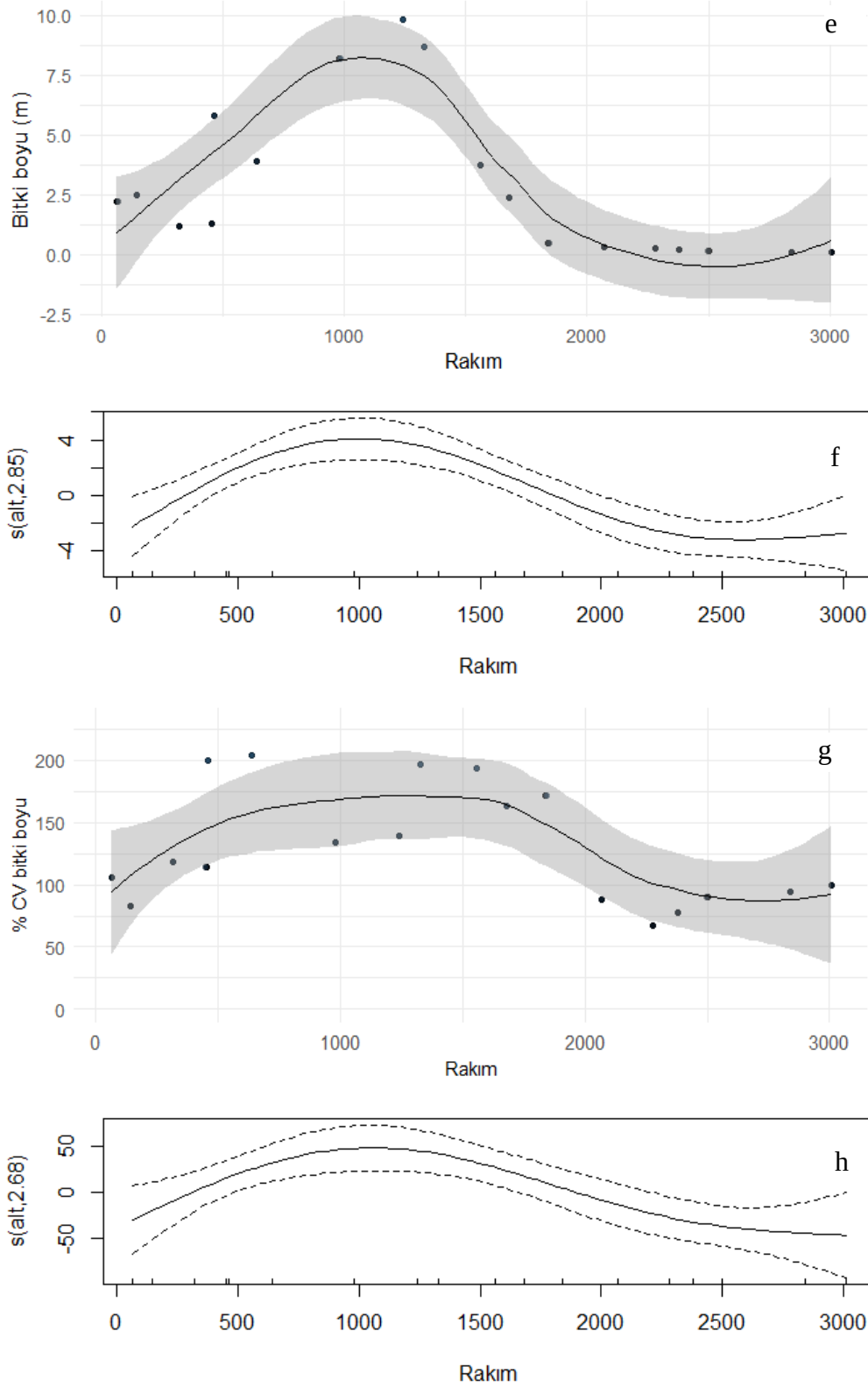
Çalışmada incelenen bitki taksonlarının ortalama ($n=5$) bitki maksimum boyu değerleri 0,002 m ile 24.267 m arasında değişkenlik göstermektedir (Tablo 21). Maksimum bitki boyu, çalışma alanları arasında (Şekil 3.6a , $F = 4,5$; $p = < 0,0001$) ve vejetasyon tipleri arasında önemli derecede farklılık göstermektedir (Şekil 3.6b, $F = 16,4$; $p < 0,0001$). Ayrıca bitki maksimum boyu rakımsal gradiyent boyunca değişmekte olup değerler salınım örüntüsü göstermektedir. Deniz seviyesinden yükseldikçe değerler önce azalmış sonra 1000 metrelere doğru artmış, daha sonrasında ise dağ zirvesine kadar düzenli ve belirgin şekilde azalmıştır (Şekil 3.6c). Bu salınım örüntüsü, ikinci dereceden bir genelleştirilmiş toplamsal modele uyum göstermektedir (Şekil 3.6d; e.d.f.= 2,25; açıklanan sapma= % 16,2; $p < 0,0001$).

Çalışılan her bir alandaki bitki maksimum boyunun komünite ağırlıklı ortalama verisi dikkate alındığında değerler 0,084 (3007 m) ile 9,796 (1240 m) arasındadır (medyan= 1.766; ortalama= 2.850). Bitki maksimum boyu değerleri komünite ağırlıklı ortalamaları olarak ifade edildiğinde de önceki paragrafta değinilen salınım eğiliminin halen mevcuttur (Şekil 3.6e). Bu salınım neredeyse üçüncü dereceden bir genelleştirilmiş toplamsal model eğrisine uyum göstermektedir (Şekil 3.6f; e.d.f. = 2,85; açıklanan sapma= %71,1; $F = 7,3$; $p = 0,0006$). Bu değerlerde özellikle 1000 m rakımlara kadarki hem artma hem de bu rakımlardan sonra dağ zirvesine doğru neredeyse doğrusal azalma eğilimi çok çarpıcı bir şekilde görülebilmektedir (Şekil 3.6e).

Maksimum bitki boyundaki türler arası varyasyon düzeyi incelendiğinde, deniz seviyesinden dağın orta kesimlerine kadar artış göstermiş, bu rakımdan sonra ise dağın zirvesine gidildikçe azalmıştır. Varyasyon katsayısı değerlerinin bu örüntüsü grafiklerde görülebilmektedir (Şekil 3.6g). Ayrıca bu değişim yine bir genelleştirilmiş toplamsal model eğrisine uyum göstermiştir (Şekil 3.6h; e.d.f. = 2,68; açıklanan sapma = %57; $F = 6,6$; $p = 0,0105$).



Şekil 3.6. Türlerin maksimum bitki boyu rakım ilişkisi. Bitki boyunun alanlar arası farkı (a), alanlara ve vejetasyon tipine göre dağılımı (b), rakımla olan ilişkisi (c) ve rakım-bitki boyu ilişkisinin GAM grafiği (d) verilmiştir. a ve c grafiğinde her bir noktada bir türe ait 5 bireyin ortalama değerini göstermektedir. c grafiğinde verinin logaritmik ölçekteki eğrisi ve güven aralığı, d grafiğinde ise GAM sonucu, modele uyumlu eğri ve güven aralığı verilmiştir (y eksenini efektif serbestlik derecesi, e.d.f. olarak belirtilmiştir).



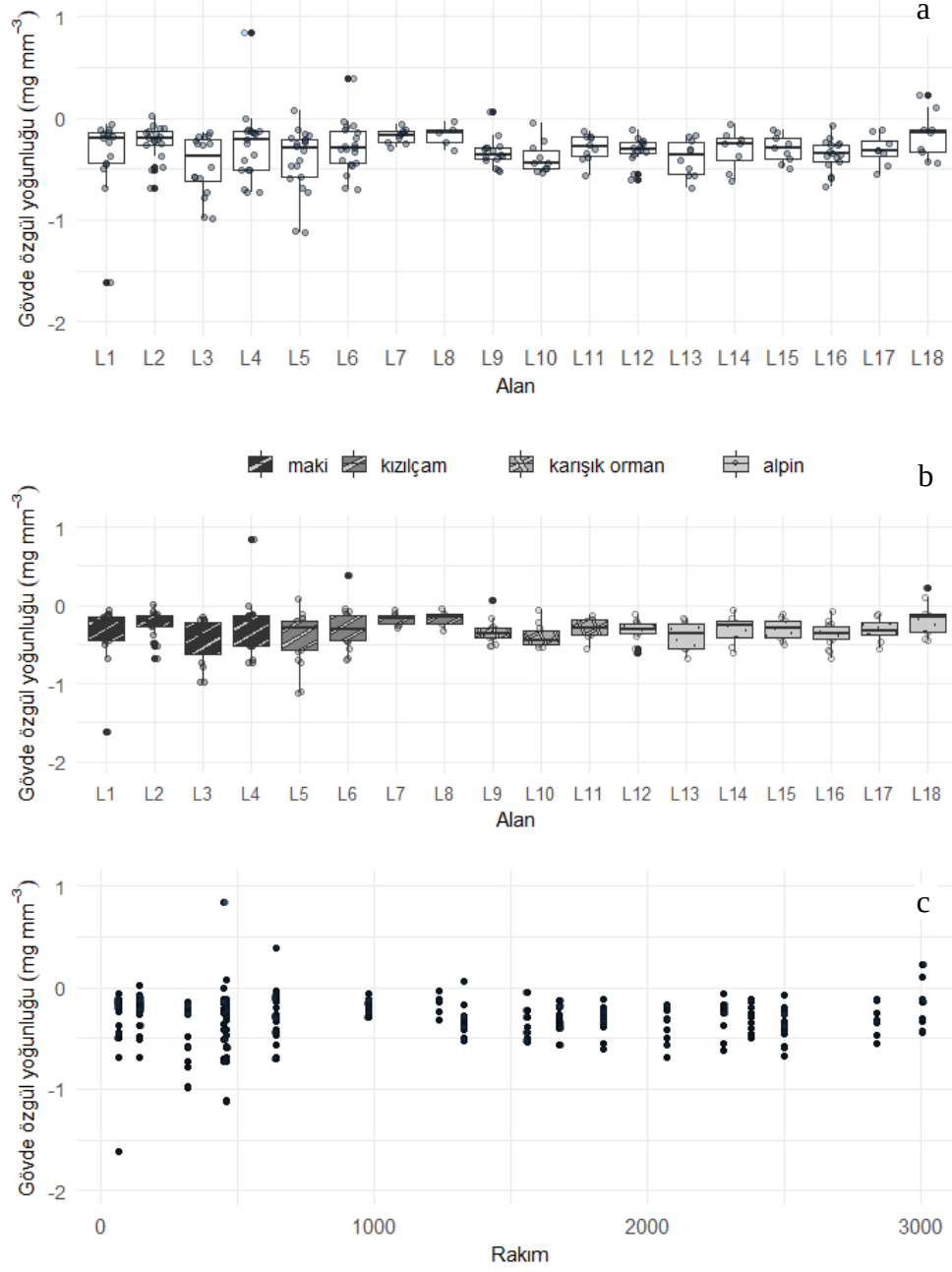
Şekil 3.6. Komünite düzeyinde bitki maksimum boyu ve rakım arasındaki ilişki. Bitki maksimum boyu (komünite ağırlıklı ortalaması) ile rakım ilişkisi (e) ve bu ilişkinin GAM modeli grafiği (f) ve bitki boyunun % varyasyon katsayısının rakımla ilişkisi (g) ve bu ilişkinin GAM modeli grafiği (h) verilmiştir. e grafiğinde her bir nokta çalışma alanındaki komüniteye ait türlerin bolluk verisiyle ağırlıklandırılmış ortalama değerini göstermektedir. f ve g grafiğinde model eğrisi ve güven aralığı verilmiştir. f ve h grafiğinde GAM modeline uyumlu model eğrisi, güven aralığı ve ham veriye ait GAM model sonucunun grafiği verilmiştir.

3.7 Gövde özgül yoğunluğu (SSD)

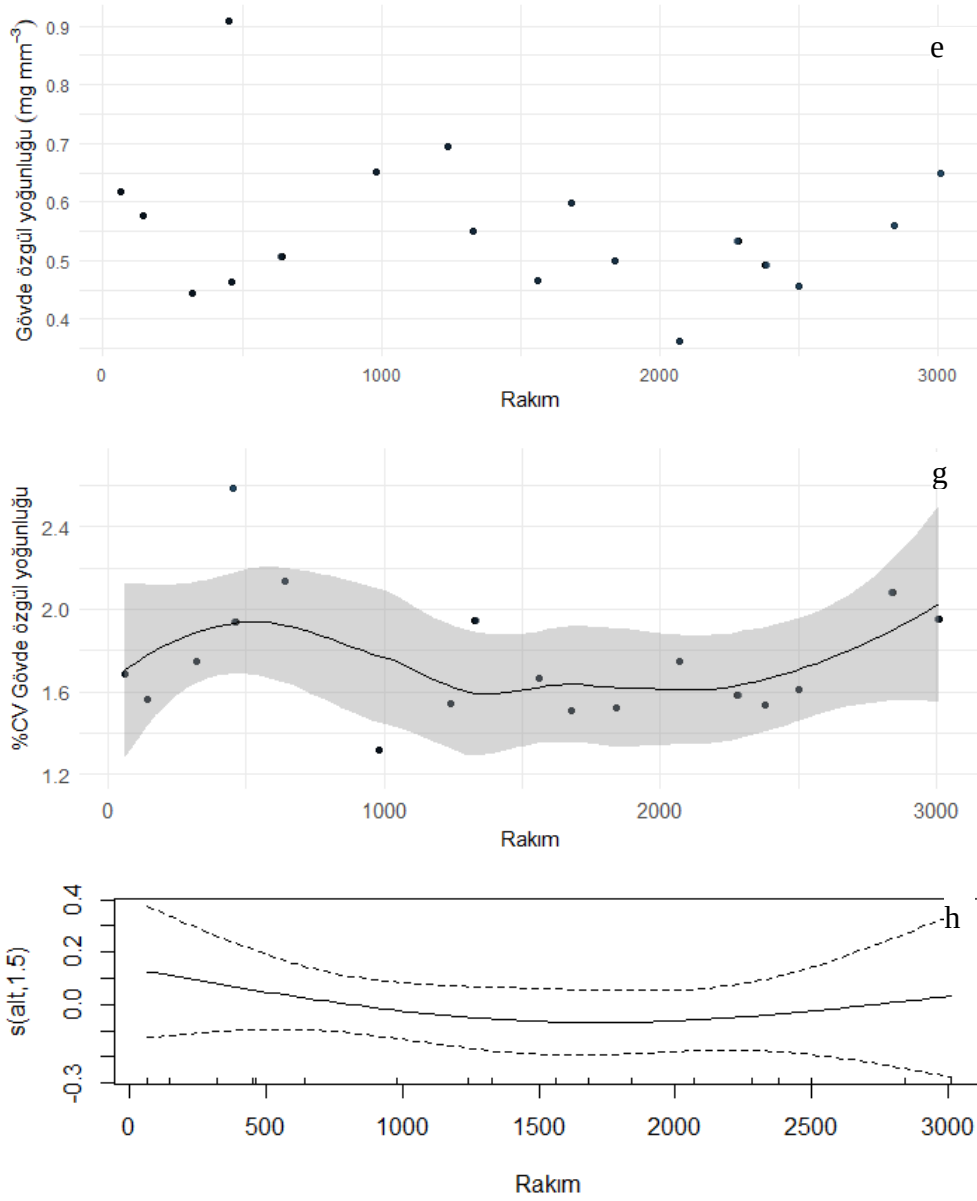
Çalışmada incelenen bitki taksonlarına ait hesaplanan gövde özgül yoğunluğu 0,024 ile 6,879 mg.mm⁻³ değerleri arasında değişkenlik göstermektedir (Tablo 21). Gövde özgül yoğunluğunun, çalışma alanları (Şekil 3.7a , F = 1,4; p = 0,122) arasında ve vejetasyon tipleri arasında (Şekil 3.7b, F = 0,2; p = 0,894) farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Gövde özgül yoğunluğunda hafif bir salınım var gibi gözükse de yapılan analizler sonucunda rakımsal gradiyent boyunca gerçekleşen anlamlı bir değişimin olmadığı anlaşılmıştır (Şekil 3.7c; F = 0,5; p = 0,503).

Çalışma alanlarında gövde özgül yoğunluğunun komünite ağırlıklı ortalama değerleri ele alındığında verinin 0,363 (2070 m) ile 0,908 (453 m) arasında değiştiği (medyan= 0,542; ortalama= 0,558) görülmüştür. Gövde özgül yoğunluğu değerleri komünite ağırlıklı ortalamaları olarak ifade edildiğinde rakım arttıkça değerlerde hafif bir azalmanın olduğu görülebilse de analizler sonucunda anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmıştır (Şekil 3.7e; F = 0,9; p = 0,357).

Gövde özgül yoğunluğunun türler arası varyasyonu dağın aşağı maki kesimlerinde rakımla birlikte hafifçe artmış daha sonra varyasyon yukarı kesimlere kadar azalıp dağın zirvesine doğru tekrar artışa geçmiştir. Varyasyon katsayısı değerlerinin bu örüntüsü grafiklerde görülebilmektedir (Şekil 3.7g). Bu değişim yüksek dereceli olmayan bir genelleştirilmiş toplamsal model eğrisine uyum göstermiştir (Şekil 3.7h; e.d.f. = 1,50; açıklanan sapma = %10,2; F = 0,8; p = 0,563).



Şekil 3.7. Türlerin gövde özgül yoğunluğu ve rakım ilişkisi. Gövde özgül yoğunluğunun alanlar arası farkı (a), alanlara ve vejetasyon tipine göre dağılımı (b), rakımla olan ilişkisi (c) verilmiştir. a ve c grafiğinde her bir nokta bir türe ait 5 bireyin ortalama değerini göstermektedir. c grafiğinde verinin logaritmik ölçekteki eğrisi ve güven aralığı verilmiştir.



Şekil 3.7. Komünite düzeyinde gövde özgül yoğunluğu ve rakım arasındaki ilişki. Gövde özgül yoğunluğu (komünite ağırlıklı ortalaması) ile rakım ilişkisi (e) gövde özgül yoğunluğunun % varyasyon katsayısının rakımla ilişkisi (g) ve bu ilişkinin GAM modeli grafiği (h) verilmiştir. e grafiğinde her bir nokta çalışma alanındaki komüniteye ait türlerin bolluk verisiyle ağırlıklandırılmış ortalama değerini göstermektedir. e ve g grafiğinde model eğrisi ve güven aralığı verilmiştir. h grafiğinde ise GAM modeline uyumlu model eğrisi, güven aralığı ve normale yaklaştırılmış veriye ait GAM model sonucunun grafiği verilmiştir.

3.8. Büyüme şeklinin karakterler üzerine etkisi

Bitki büyüme şeklinin incelenen yükseklik gradiyentinde bitki karakterlerinin şekillenmesine önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, otsu ve odunsu büyüme şekli arasında fonksiyonel karakter örüntülerinde farklılıklar gözlemlenmiştir. Komünite seviyesindeki karakter örüntülerinde büyüme şekli bakımından görülen farklılıkların, iki büyüme şeklinin dağın farklı yükseltilerinde daha baskın olarak bulunmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Aynı zamanda, baskın büyüme şeklinin rakımsal gradiyent boyunca farklılaşması, gradiyent boyunca görülen karakter değişkenliğinin de bir kısmını açıklamaktadır.

Yaprak kalınlığının alanlar arasında fark göstermemesine (Şekil 3.3a) karşın, alanlar dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi otsu ve odunsu büyüme şekilleri arasında bir fark bulunduğuna işaret etmiştir ($F = 8,8$; $p = 0,0002$; Şekil 3.8i). Vejetasyon tipleri arasında yaprak kalınlığında görülen farkın yanı sıra (Şekil 3.3b), vejetasyon tipi dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi de iki büyüme şekli arasında fark bulunduğunu göstermiştir ($F = 10,1$; $p < 0,0001$; Şekil 3.8i). Yaprak kalınlığında rakımsal gradiyent boyunca görülen salınımın büyük ölçüde otsu bitkilerden kaynaklandığı (GAM; e.d.f = 2,93; $F = 12,0$; açıklanan sapma = % 27,6; $p < 0,0001$; Şekil 3.8k), odunsu bitkilerin yaprak kalınlığının rakım etkisi altındaki değişkenliğine görece daha az katkı yaptığı bulunmuştur (GAM; e.d.f = 1,29; $F = 5,5$; açıklanan sapma = % 6,7; $p = 0,0072$; Şekil 3.8l).

Yaprak yüzey alanlarının çalışma alanları arasında fark göstermesinin yanısıra (Şekil 3.4a), alanlar dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi de otsu ve odunsu büyüme şekilleri arasında bir fark bulunduğuna işaret etmiştir ($F = 2,6$; $p = 0,001$; Şekil 3.9i). Vejetasyon tiplerinde de yine benzer şekilde görülen yaprak yüzey alanı farkının yanı sıra (Şekil 3.4b), vejetasyon tipi dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi de iki büyüme şekli arasında fark bulunduğunu göstermiştir ($F = 4,4$; $p = 0,006$; Şekil 3.9i). Yaprak yüzey alanlarındaki rakımsal gradiyent boyunca görülen salınımın büyük ölçüde otsu bitkilerden kaynaklandığı (GAM; e.d.f = 5,14; $F = 4,42$; açıklanan sapma = % 31,9; $p = 0,0007$; Şekil 3.9k), odunsu bitkilerin yaprak yüzey alanlarının rakım etkisi altındaki değişkenliğine görece daha az katkı yaptığı bulunmuştur (GAM; e.d.f = 2,37; $F = 2,9$; açıklanan sapma = % 11,5; $p = 0,0381$; Şekil 3.9l).

Özgül yaprak alanlarının çalışma alanları arasında fark göstermesinin yanısıra (Şekil 3.4e), alanlar dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi de otsu ve odunsu büyüme şekilleri arasında bir fark bulunduğuna işaret etmiştir ($F = 2,5$; $p = 0,0016$; Şekil 3.10i). Vejetasyon tiplerinde de yine benzer şekilde görülen özgül yaprak alanlarındaki farkın yanı sıra (Şekil 3.4f), vejetasyon tipi dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi de iki büyüme şekli arasında fark bulunduğunu göstermiştir ($F = 4,9$; $p = 0,0027$; Şekil 3.10i). Özgül yaprak alanlarındaki rakımsal gradiyent boyunca görülen salınımın büyük ölçüde

otsu bitkilerden kaynaklandığı (GAM; e.d.f = 2,05; F = 3,4; açıklanan sapma = % 11,8; p = 0,0316; Şekil 3.10k), odunsu bitkilerin yaprak kalınlığının rakım etkisi altındaki değişkenliğine görece daha az katkı yaptığı bulunmuştur (GAM; e.d.f = 2,08; F = 0,3; açıklanan sapma = % 5,6; p = 0,286; Şekil 3.10l).

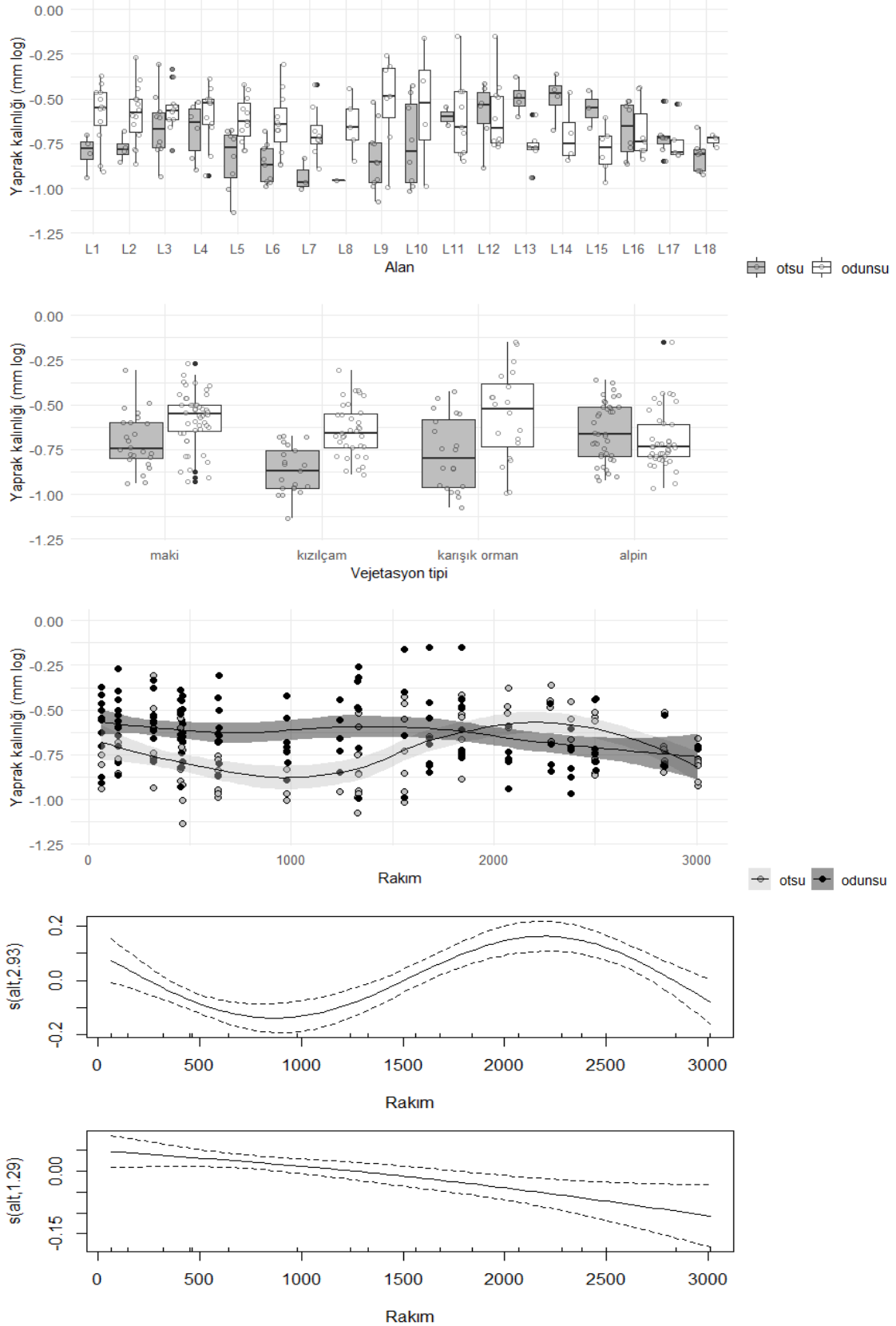
Bitki maksimum boyunun alanlar arasında fark göstermesinin (Şekil 3.6a) yanı sıra, alanlar dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi de otsu ve odunsu büyüme şekilleri arasında bir fark bulunduğuna işaret etmiştir (F = 49,1; p < 0,0001; Şekil 3.11i). Vejetasyon tipleri arasında bitki maksimum boyunda görülen farkın yanında (Şekil 3.6b), vejetasyon tipi dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi de iki büyüme şekli arasında daha belirgin bir fark bulunduğunu göstermiştir (F = 54,1; p < 0,0001; Şekil 3.11i). Bitki boyundaki rakımsal gradiyent boyunca görülen salınımın büyük ölçüde odunsu bitkilerden kaynaklandığı (GAM; e.d.f = 4,44; F = 26,9; açıklanan sapma = % 48,9; p < 0,0001; Şekil 3.11l), odunsu bitkiler için bitki maksimum boyunun rakım etkisi altındaki değişkenliğine görece daha az katkı yaptığı bulunmuştur (GAM; e.d.f = 1,86; F = 3,1; açıklanan sapma = % 5,8; p = 0,0487; Şekil 3.11k).

Yaprak kuru madde içeriği alanlar arasında fark göstermediği halde (Şekil 3.5a), alanlar dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi otsu ve odunsu büyüme şekilleri arasında bir fark bulunduğuna işaret etmiştir (F = 3,6; p = 0,030; Şekil 3.12i). Vejetasyon tipleri arasında yaprak kuru madde içeriğinde fark bulunmamasına (Şekil 3.5b) karşın, vejetasyon tipi dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi de iki büyüme şekli arasında fark bulunduğunu göstermiştir (F = 3,3; p = 0,037; Şekil 3.12i). Yaprak kuru madde içeriğinde rakımsal gradiyent boyunca bir örüntü ve istatistiksel olarak anlamlı ilişki görülmemiş olsa da odunsu bitkilerin bir salınım örüntüsü gösterdiği gözlemlenmiş (GAM; e.d.f = 1,66; F = 1,3; açıklanan sapma = % 2,1; p = 0,034; Şekil 3.12l), otsu bitkilerde ise yine bir ilişki (F = 0,3; p = 0,576) bulunamamıştır.

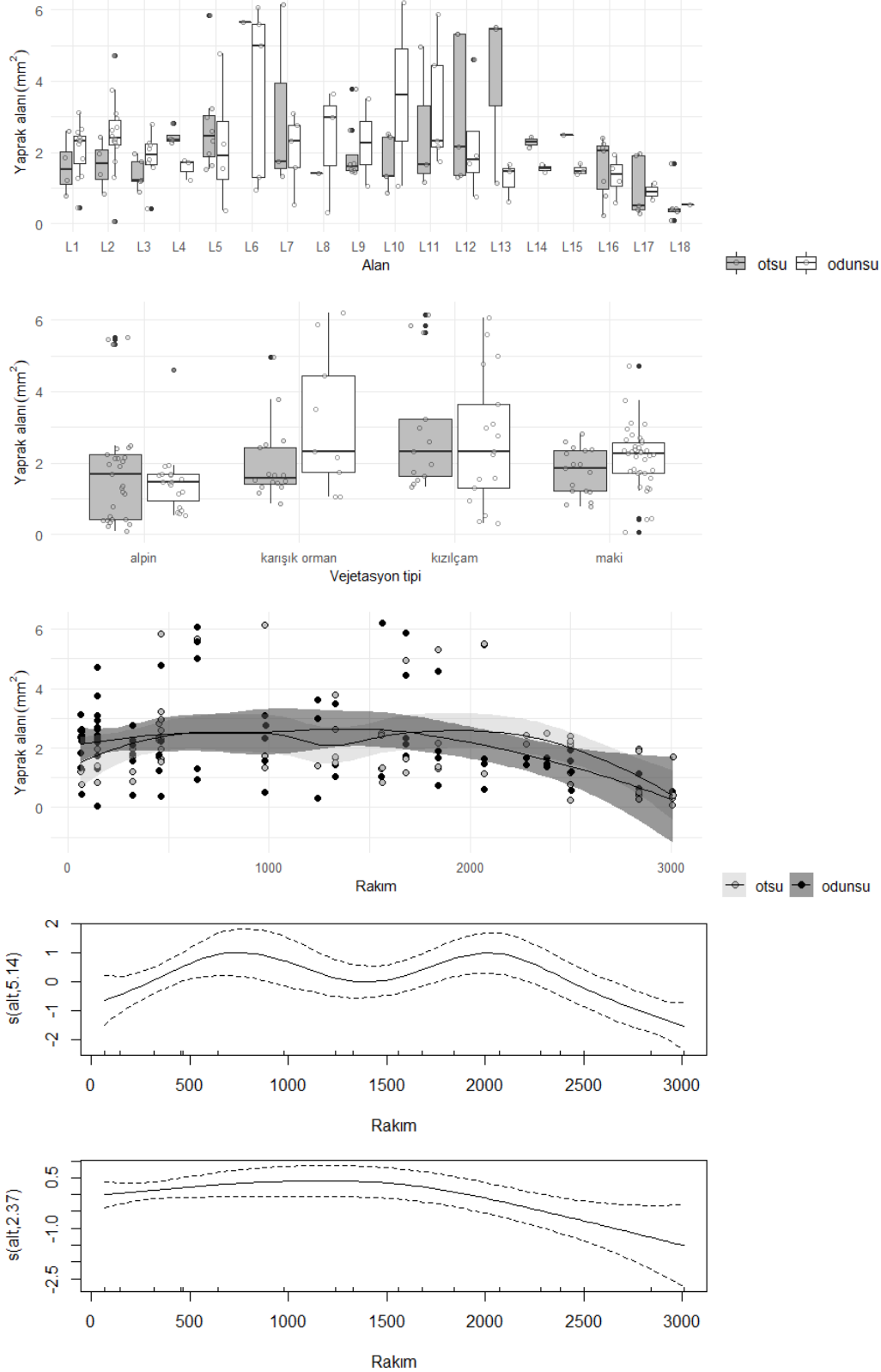
Gövde özgül yoğunluğu değerleri çalışılan alanlar arasında fark göstermediği halde (Şekil 3.7a), alanlar dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi otsu ve odunsu büyüme şekilleri arasında fark bulunduğunu göstermektedir (F = 34,8; p < 0,0001; Şekil 3.13i). Vejetasyon tipleri arasında gövde özgül yoğunluğunda fark bulunmamasına (Şekil 3.7b) karşın, vejetasyon tipi dikkate alınarak yapılan iki yönlü varyans analizi de iki büyüme şekli arasında fark bulunduğunu göstermiştir (F = 35,7; p < 0,0001; Şekil 3.13i). Gövde özgül yoğunluğunda rakımsal gradiyent boyunca bir örüntü ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler görülme de iki büyüme şekli ayrı ayrı değerlendirildiğinde salınım örüntüleri gösterdikleri ve birer genelleştirilmiş toplamsal modele uyumlu oldukları görülmüş; farkın esas olarak otsu bitkilerdeki salınımdan kaynaklandığı (GAM; e.d.f = 2,62; F = 6,3; açıklanan sapma = % 15,8; p = 0,0009; Şekil 3.13k), odunsu bitkilerin görece daha az katkı (GAM; e.d.f = 1,68; F = 2,5; açıklanan sapma = % 4,66; p = 0,091; Şekil 3.13l) yaptığı anlaşılmıştır.

Tablo 23. Her bir karakter için otsu ve odunsu büyüme formlarının ayrı ayrı ve birlikte analizlerinin sonuçları: etkin serbestlik derecesi, F ve p değeri, ve açıklanan varyasyonun %'si olacak şekilde. ⌘ işareti eklenenler doğrusal regresyon sonuçlarını ifade etmektedir.

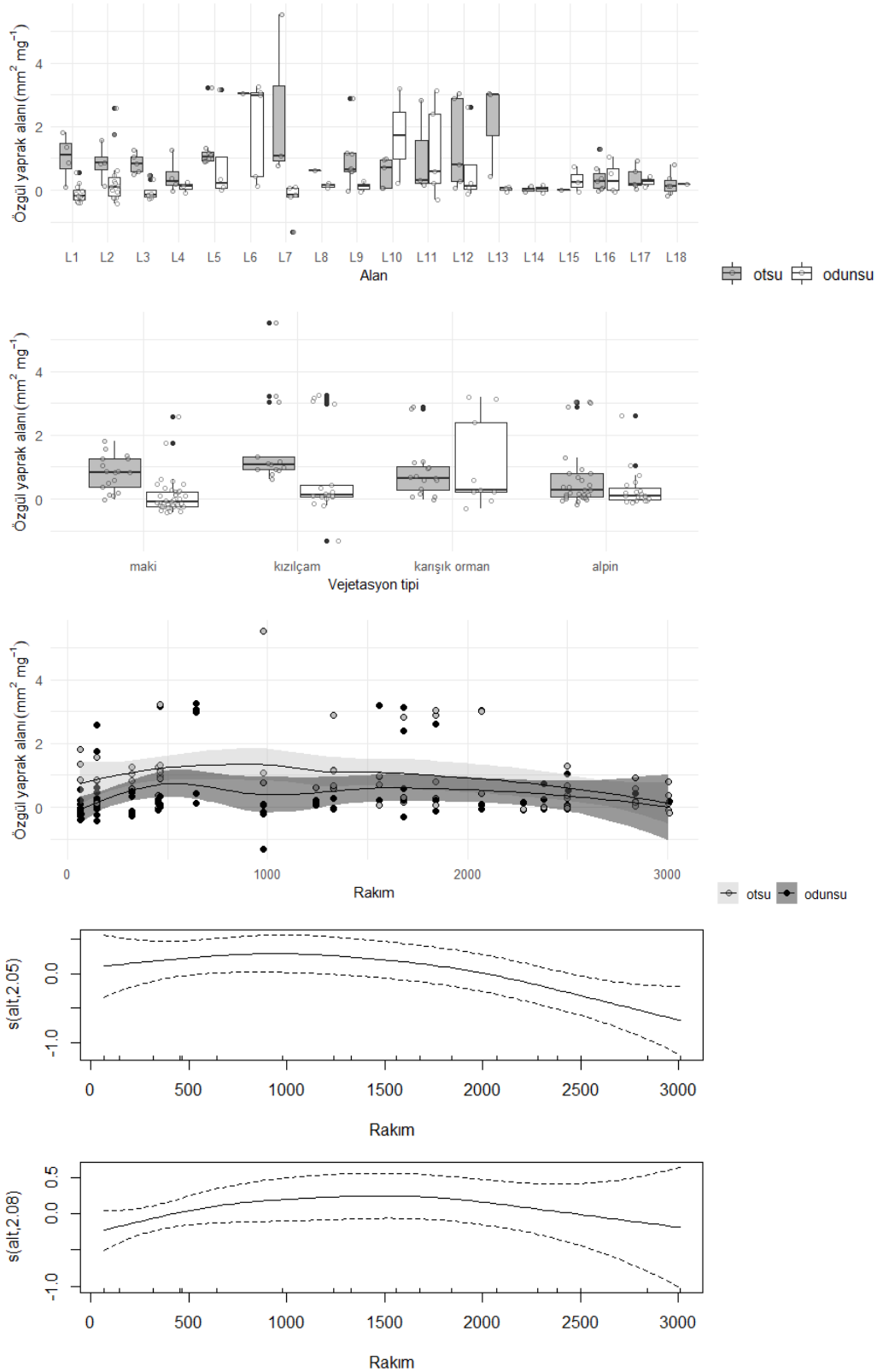
Karakter	Bitki Büyüme Formu	e.d.f. / d.f. ⌘	F	p	% açıklanan sapma / varyans ⌘
Yaprak Alanı (mm ²)	odunsu	2.37	2.86	0.0381	11.5
	otsu	5.14	4.42	0.0007	31.9
Özgül Yaprak Alanı (mm ² .mg ⁻¹)	odunsu	2.08	0.3	0.286	5.6
	otsu	2.05	3.4	0.0316	11.8
Yaprak Kalınlığı (mm)	odunsu	1.29	5.50	0,072 **	6.67
	otsu	2.93	12.03	1,03é ⁻⁰⁶ ***	27.6
Yaprak Kuru Madde İçeriği (mg.g ⁻¹)	odunsu	1.66	1.3	0.034	2.1
	otsu		0,314 ⌘	0,576 ⌘	
	birleşik	1.66	1.27	0.342	2.07
Bitki Maksimum Boyu (m)	odunsu	4.44	26.88	<2é ⁻¹⁶ ***	48.9
	otsu	1.86	3.14	0,049*	5.75
Gövde Özgül Yoğunluğu (mg.mm ⁻³)	odunsu	1.68	2.48	0.091	4.66
	otsu	2.62	6.34	0,0009***	15.8



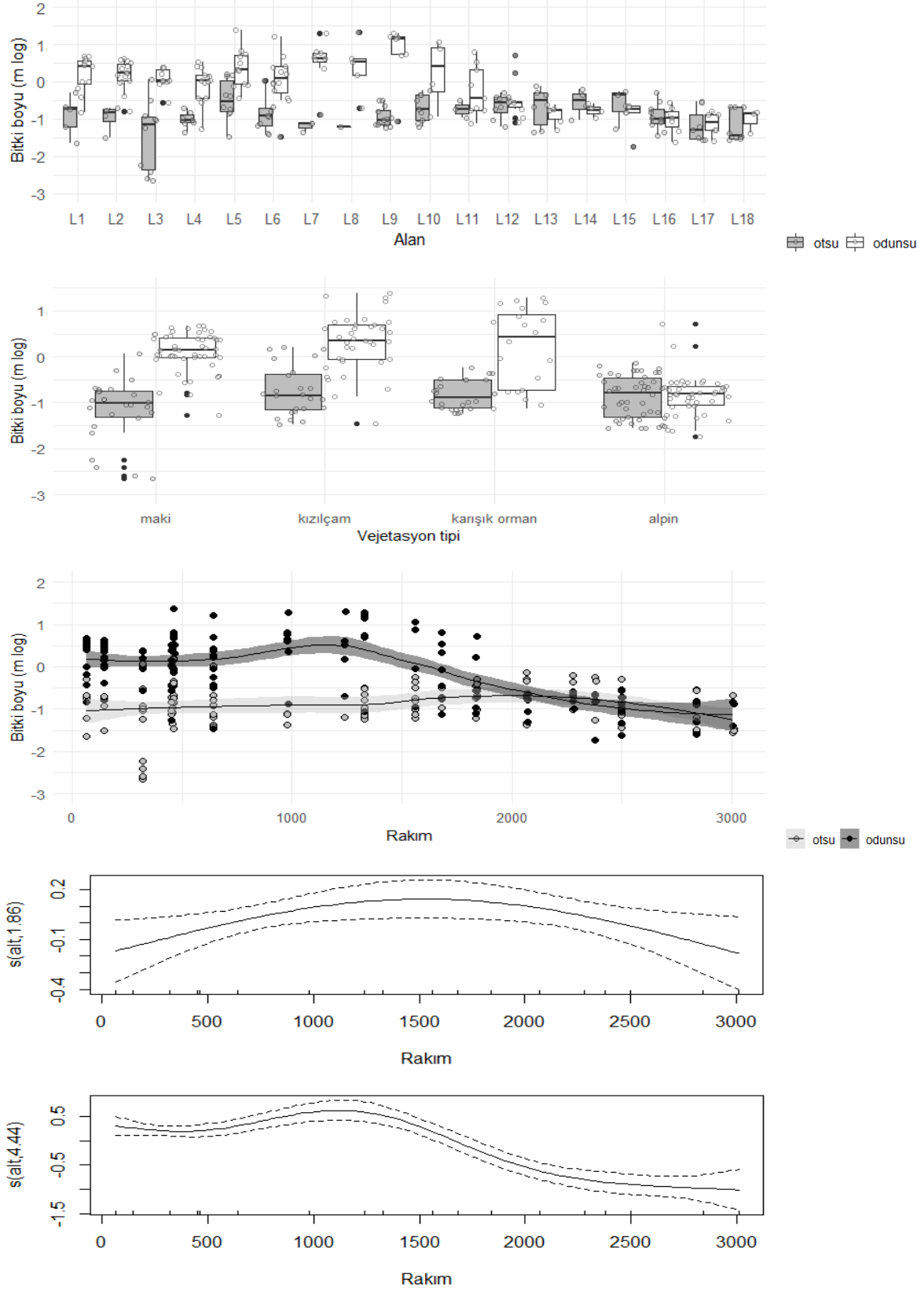
Şekil 3.8. Yaprak kalınlığının bitki büyüme şekline göre değişimi. Yaprak kalınlığının odunsu ve otsu büyüme şekillerine göre alanlardaki (i) ve farklı vejetasyon tiplerindeki (ii) dağılımı ile odunsu ve otsu büyüme şekillerinin rakımla olan ilişkisi (j) verilmiştir. Grafiklerdeki noktalar her bir türün beş bireyli ölçümünün ortalama değerini logaritmik ölçekte göstermektedir. Otsu ve odunsu türlerin yaprak kalınlığının rakımla ilişkisine ait GAM modeli grafiği sırasıyla k ve l’de sunulmuştur. Grafiklerdeki eğrilerin civarındaki gölgeli alanlar ve kesik çizgiler güven aralıklarını ifade etmektedir.



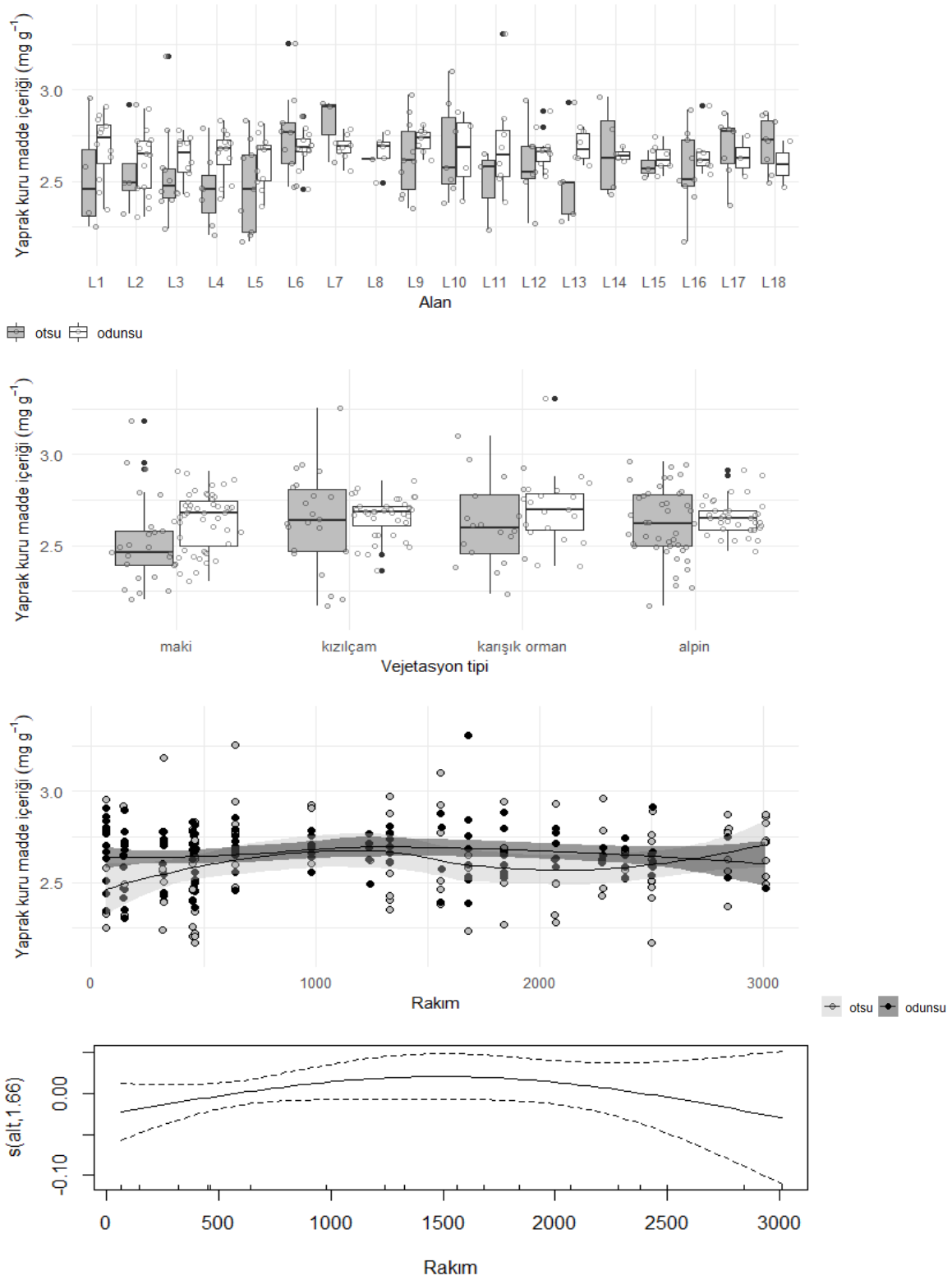
Şekil 3.9. Yaprak yüzey alanının bitki büyüme şekline göre değişimi. Yaprak yüzey alanının odunsu ve otsu büyüme şekillerine göre alanlardaki (i) ve farklı vejetasyon tiplerindeki (i) dağılımı ile odunsu ve otsu büyüme şekillerinin rakımla olan ilişkisi (j) verilmiştir. Grafiklerdeki noktalar her bir türün beş bireyli ölçümünün ortalama değerini logaritmik ölçekte göstermektedir. Otsu ve odunsu türlerin yaprak kalınlığının rakımla ilişkisine ait GAM modeli grafikleri sırasıyla k ve l'de sunulmuştur. Grafiklerdeki eğrilerin civarındaki gölgeli alanlar ve kesik çizgiler güven aralıklarını ifade etmektedir.



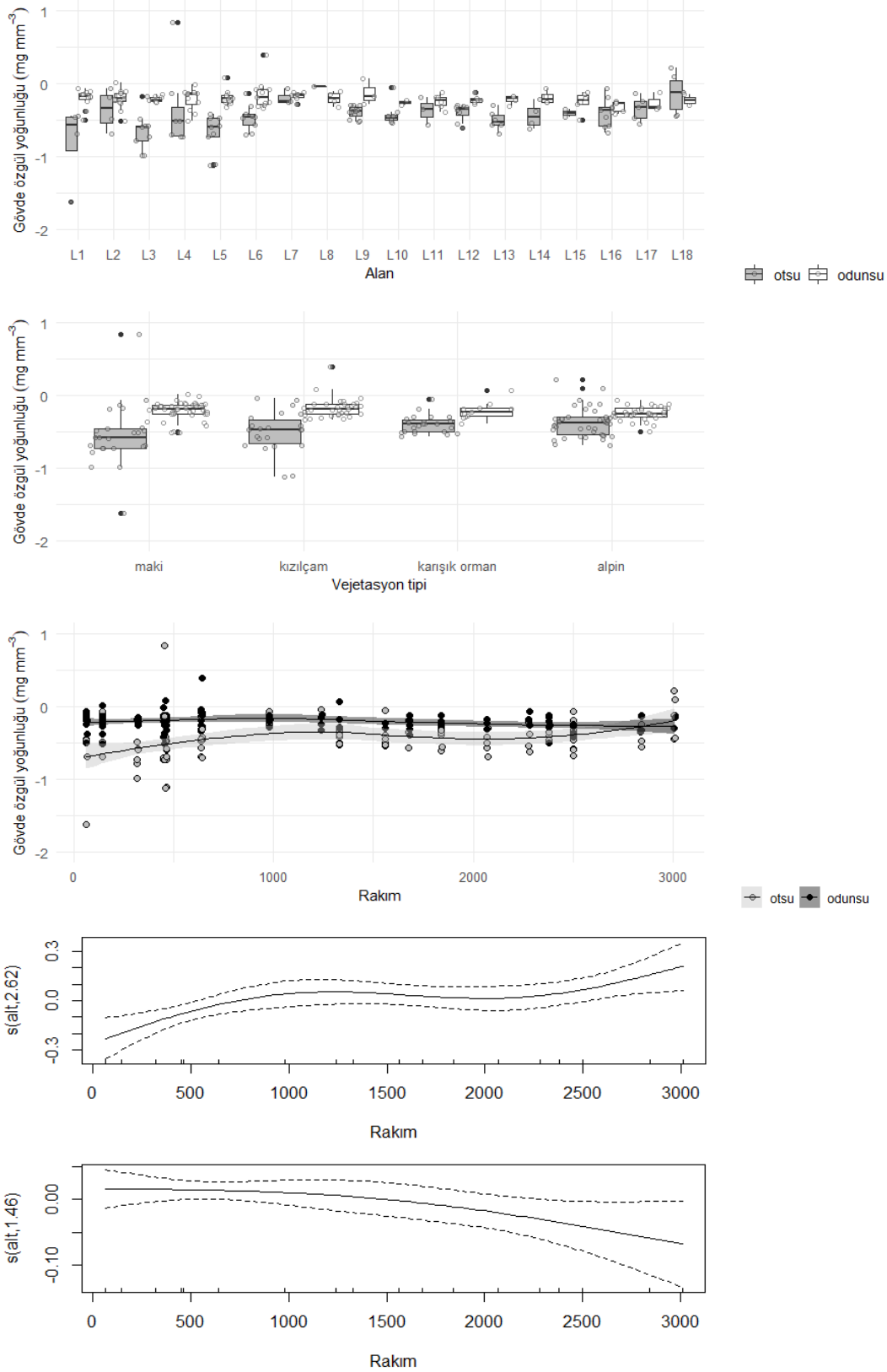
Şekil 3.10. Özgül yaprak alanlarının bitki büyüme şekline göre değişimi. Özgül yaprak alanlarının odunsu ve otsu büyüme şekillerine göre çalışma alanlarındaki (i) ve farklı vejetasyon tiplerindeki (i) dağılımı ile odunsu ve otsu büyüme şekillerinin rakımla olan ilişkisi (j) verilmiştir. Grafiklerdeki noktalar her bir türün beş bireyli ölçümünün ortalama değerini logaritmik ölçekte göstermektedir. Otsu ve odunsu türlerin Özgül yaprak alanlarının rakımla ilişkisine ait GAM modeli grafikleri sırasıyla k ve l’de sunulmuştur. Grafiklerdeki eğrilerin civarındaki gölgeli alanlar ve kesik çizgiler güven aralıklarını ifade etmektedir.



Şekil 3.11. Maksimum bitki boyunun büyüme şekline göre değişimi. Bitki boyunun odunsu ve otsu büyüme şekillerine göre alanlardaki (i) ve farklı vejetasyon tiplerindeki (ii) dağılımı ile odunsu ve otsu büyüme şekillerinin rakımla olan ilişkisi (iii) verilmiştir. Grafiklerdeki noktalar her bir türün beş bireyli ölçümünün ortalama değerini logaritmik ölçekte göstermektedir. Otsu ve odunsu türlerin bitki boyunun rakımla ilişkisine ait GAM modeli grafiği sırasıyla k ve l’de sunulmuştur. Grafiklerdeki eğrilerin civarındaki gölgeli alanlar ve kesik çizgiler güven aralıklarını ifade etmektedir.



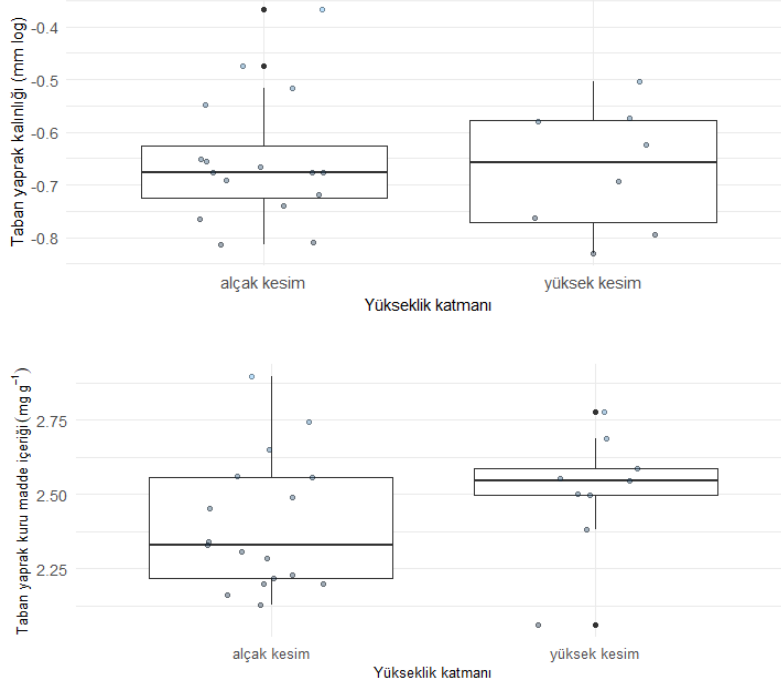
Şekil 3.12. Yaprak kuru madde içeriğinin büyüme şekline göre değişimi. Yaprak kuru madde içeriğinin odunsu ve otsu büyüme şekillerine göre alanlardaki (i) ve farklı vejetasyon tiplerindeki (i) dağılımı ile odunsu ve otsu büyüme şekillerinin rakımla olan ilişkisi (j) verilmiştir. Grafiklerdeki noktalar her bir türün beş bireyli ölçümünün ortalama değerini logaritmik ölçekte göstermektedir. Odunsu türlerin yaprak kuru madde içeriğinin rakımla ilişkisine ait GAM modeli grafiği l’de sunulmuştur. Grafiklerdeki eğrilerin civarındaki gölgeli alanlar ve kesik çizgiler güven aralıklarını ifade etmektedir.



Şekil 3.13. Gövde özgül yoğunluğunun büyüme şekline göre değişimi. Gövde özgül yoğunluğunun odunsu ve otsu büyüme şekillerine göre alanlardaki (i) ve farklı vejetasyon tiplerindeki (i) dağılımı ile odunsu ve otsu büyüme şekillerinin rakımla olan ilişkisi (j) verilmiştir. Grafiklerdeki noktalar her bir türün beş bireyli ölçümünün ortalama değerini logaritmik ölçekte göstermektedir. Otsu ve odunsu türlerin gövde özgül yoğunluğunun rakımla ilişkisine ait GAM modeli grafiği sırasıyla k ve l'de sunulmuştur. Grafiklerdeki eğrilerin civarındaki gölgeli alanlar ve kesik çizgiler güven aralıklarını ifade etmektedir.

3.9. Taban yaprakları

Taban yapraklara sahip türlerin dağılımı incelendiğinde sadece dağın en üst (L16-17-18) ve en alt (L1-2-3-4-5-6) kesiminde yer aldıkları görülmüş bu yüzden diğer sonuçlardan farklı olarak grafikler ve analizler alçak ve yüksek dağ katmanı şeklinde ikiye ayrılarak sunulmuştur.



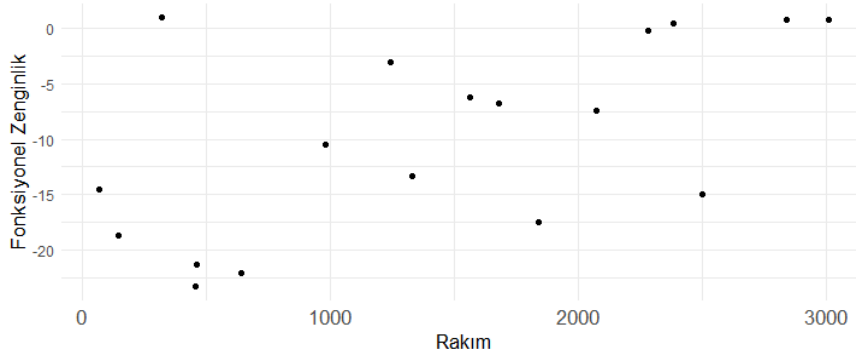
Şekil 3.14. Taban yaprakları taşıyan türlerin yaprak karakterleri yükselti ilişkisi grafikleri. Taban yaprak yüzey alanının yükseklik katmanlarına göre dağılım örüntüsü (a); Taban yaprak özgül yaprak alanının yükseklik katmanlarına göre dağılım örüntüsü (b). Grafiklerde medyan, dağılım sınırları ve güven aralıkları görülmektedir. Taban yaprak kalınlığının yükseklik katmanlarına göre dağılım örüntüsü (c); Taban yaprak kuru madde içeriğinin yükseklik katmanlarına göre dağılım örüntüsü (d). Grafiklerde medyan, dağılım sınırları ve güven aralıkları görülmektedir.

3.10 Fonksiyonel Çeşitlilik Sonuçlar

Çalışma alanlarının Shannon çeşitliliği ve tür zenginliği arasında yüksek derecede korelasyon bulunmuştur ($r: 0,92; p < 0,0001$), bu sebeple tür zenginliği analizlere katılmamıştır.

Fonksiyonel Zenginlik

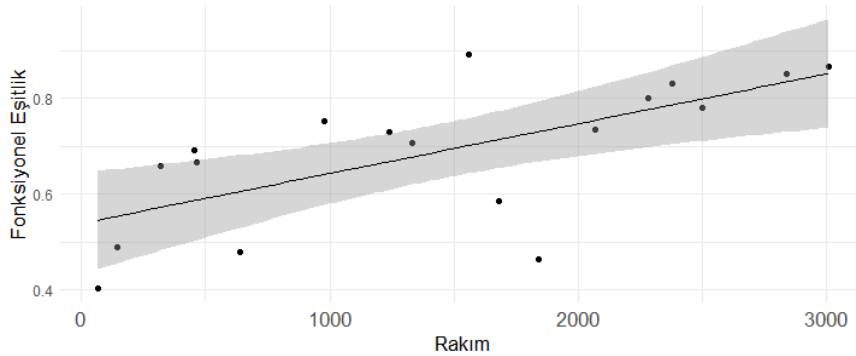
Hem fonksiyonel zenginlik ve rakım arasında (Şekil 3.14; e.d.f = 1; $F = 0,6; R^2 = -0,022; p = 0,0434$), hem de fonksiyonel zenginlik ve Shannon çeşitlilik indeksi arasında bir ilişki tespit edilememiştir ($F = 0,001; R^2 = -0,062; p = 0,975$).



Şekil 3.15. Fonksiyonel zenginlik rakım ilişkisini gösteren grafik.

Fonksiyonel Eşitlik

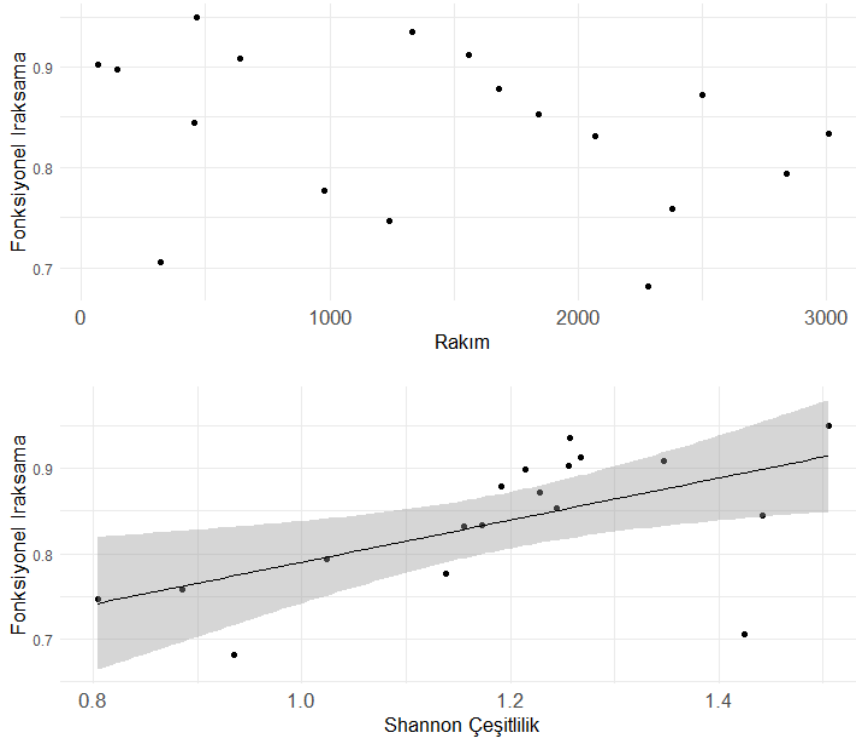
Fonksiyonel eşitlik ve rakım arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür (Şekil 3.14; $F = 12,6; R^2 = 0,405; p = 0,003$). Fonksiyonel eşitlik ve Shannon çeşitlilik indeksi arasında ise bir ilişki bulunamamıştır ($F = 2,8; R^2 = 0,097; p = 0,113$).



Şekil 3.16. Fonksiyonel eşitlik rakım ilişkisini gösteren grafik.

Fonksiyonel İraksama

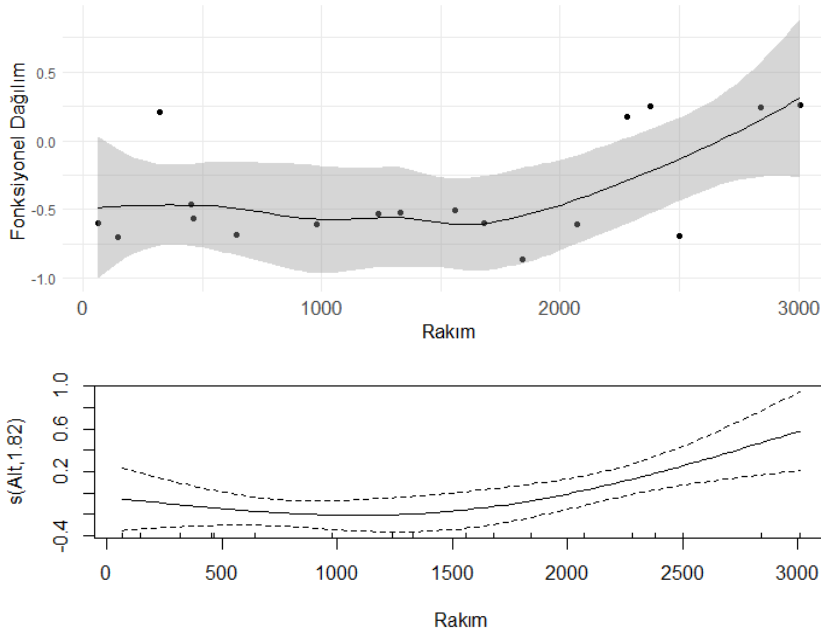
Fonksiyonel ıraksama ve rakım arasında ilişki bulunamamıştır (Şekil 3.15a; $F = 1,5; R^2 = 0,029; p = 0,239$). Fonksiyonel ıraksama ve Shannon çeşitlilik indeksi arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 3.15b; $F = 8,3; R^2 = 0,3008; p = 0,0108$).



Şekil 3.17. Fonksiyonel ıraksama ile rakım ilişkisini gösteren grafik (a), fonksiyonel ıraksama ile Shannon çeşitlilik indeksi ilişkisini gösteren grafik (b).

Fonksiyonel Dağılım

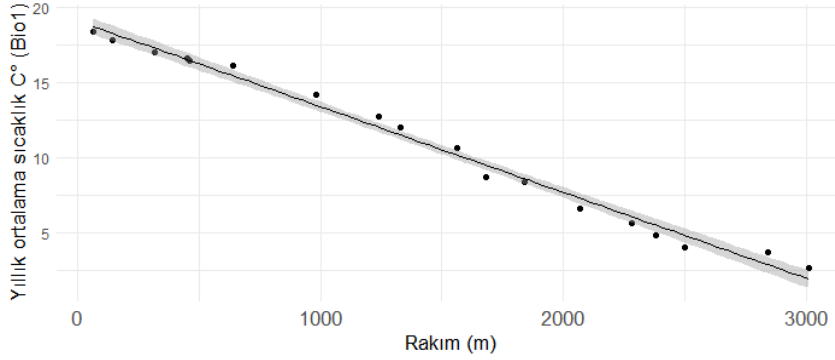
Fonksiyonel dağılım ve rakım arasındaki ilişki yaklaşık ikinci seviyeden bir GAM modeli ile açıklanabilmiştir (Şekil 3.16; e.d.f = 1,82; $F = 4,3$; Açıklanan sapma = %41,3; $p = 0,025$). Fonksiyonel dağılım ve Shannon çeşitlilik indeksi arasında ise bir ilişki bulunamamıştır ($F = 2,2$; $R^2 = 0,066$; $p = 0,158$).



Şekil 3.18. Fonksiyonel dağılım ile rakım ilişkisini gösteren grafik (a), eklemeli model eğrisi ve grafiği (b), güven aralıkları verilmiştir.

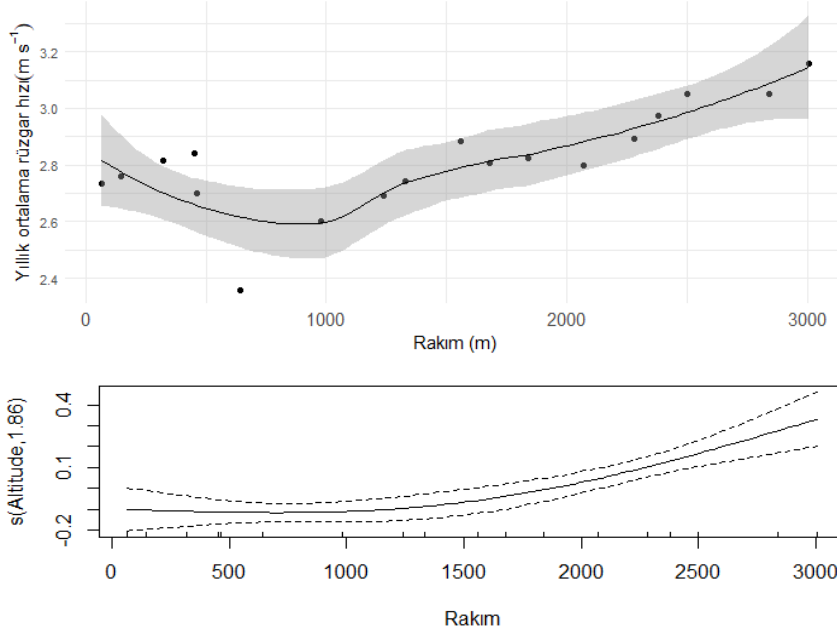
3.11 Biyoiklim verileri

Bio1'den Bio19'a kadar olan biyoiklimsel parametreler için yapılan korelasyon testleri sonucunda öngörüldüğü gibi birbiriyle ve rakımla yüksek derecede ilişkili (%80 ve üstü) bulunan iklimsel veriler kullanılmamış, hepsini temsil eden bir Bio1: yıllık ortalama sıcaklık verisinin kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan basit doğrusal regresyon analizi ve grafiğinde rakımla yüksek derecede ilişkili olduğu (Şekil 3.17., $R^2 = 0.988$, $F = 1369.9$; $p < 0,0001$) görülen Bio1 değişkeninin kullanılmamasına karar verilmiştir.



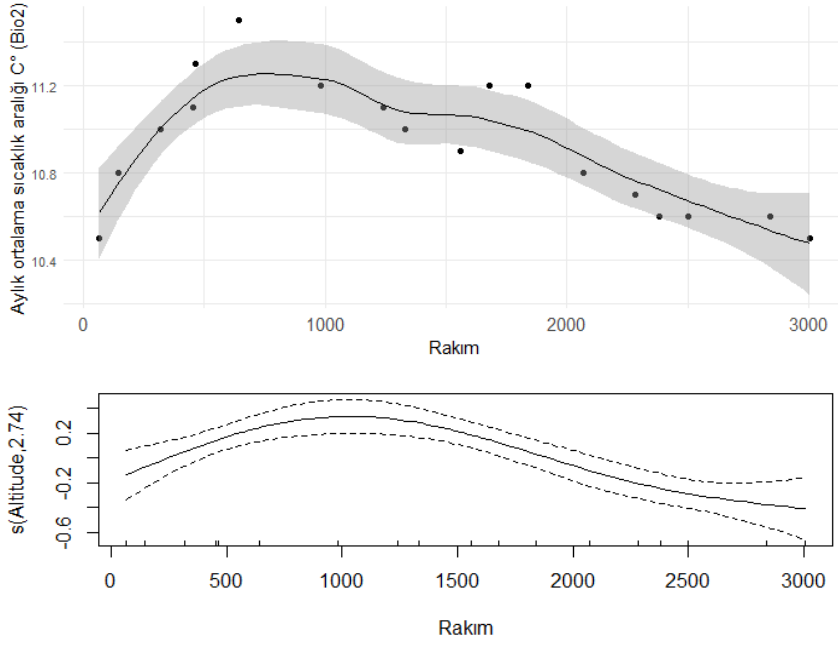
Şekil 3.19. Rakım ve Bio1 ilişkisini gösteren grafik.

Yapılan korelasyon analizinde diğer biyoiklimsel değişkenlerle %80'nin altında ilişkili olan Bio2 (ortalama sıcaklık aralığı), Bio12 (ortalama toplam yağış) ve yıllık ortalama rüzgar verilerinin kullanılmasına karar verilmiştir. Yıllık ortalama rüzgar verisi uygun GAM modeliyle sınanarak rakımla ilişkisi (Şekil 3.18; e.d.f= 1,86; $F = 13,29$; açıklanan sapma= %66,2; $p = 0,0004$) gösterilmiştir.



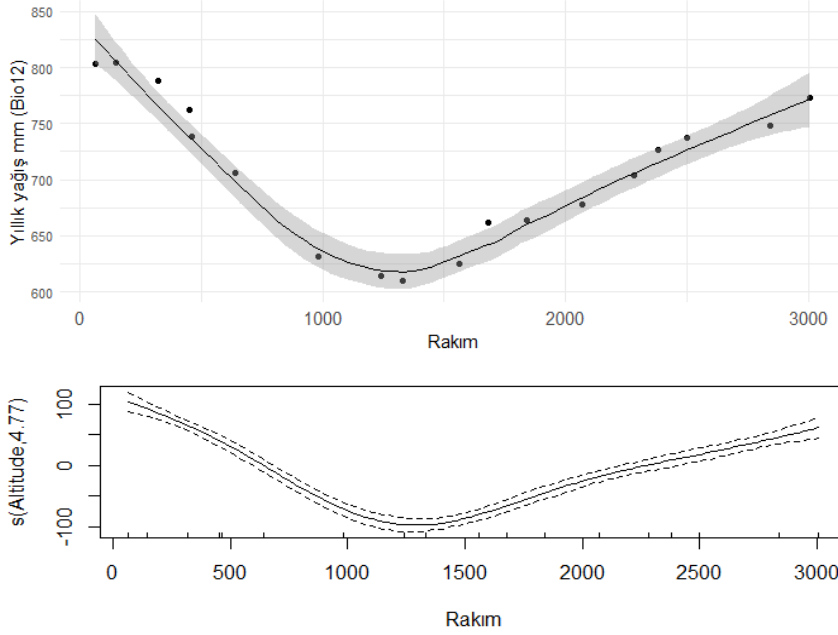
Şekil 3.20. Ortalama rüzgar hızının çalışılan rakımsal gradiyentle ilişkisini gösteren grafik. Çalışılan koordinatlara ait rüzgar hızı rakım ilişkisi (a); iki değişken arası ilişkinin derecesini gösteren GAM modeline ait eğri ile güven aralıkları (b) verilmiştir, y eksenini e.d.f'yi vermektedir.

Bio2 biyoiklimsel parametresi uygun GAM modeliyle sınanarak rakımla ilişkisi (e.d.f = 2,74; $F = 11,7$; açıklanan sapma = %70,2; $p = 0,0008$) görselleştirilmiştir (Şekil 3.19.).



Şekil 3.21. Bio2 ve rakım ilişkisini gösteren GAM grafiği, eğrisi ve güven aralıkları

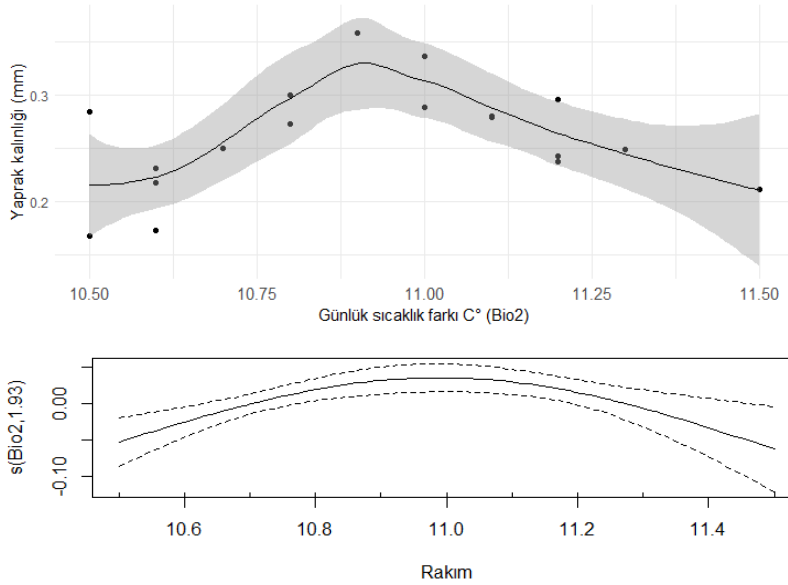
Bio12 biyoiklimsel parametresinin uygun GAM modeliyle sınırlanarak rakımla yüksek derecede ilişkili olduğu tespit edilmiş (e.d.f = 4,77; F = 121,2; açıklanan sapma= %98; $p < 0,0001$) ve görselleştirilmiştir (Şekil 3.20.).



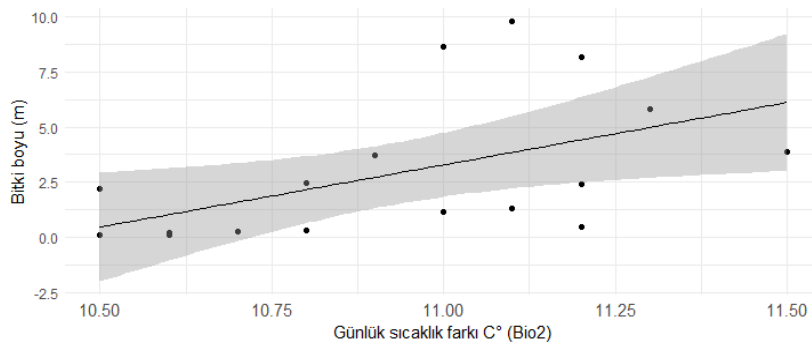
Şekil 3.22. Bio12 ve rakım ilişkisini gösteren GAM grafiği, eğrisi ve güven aralıkları

Rakımla yüksek derecede doğrusal ilişkili olmayan ve karakterler üzerinde açıklayıcılığının sınanmasına karar verilen Bio2, Bio12 ve yıllık ortalama rüzgar hızı iklimsel verilerinden Bio2'nin yaprak kalınlığı (Şekil 3.21., e.d.f = 1,93; F = 7,2 açıklanan sapma = %49,6; p = 0,007) ve bitki boyu (Şekil 3.22., F = 6.2 R² = -0.234; p = 0,024); Bio12'nin yaprak kalınlığı (Şekil 3.23., e.d.f = 1,87; F = 5,2 açıklanan sapma = %40,8; p = 0,026); yıllık ortalama rüzgar hızının yaprak kalınlığı (Şekil 3.24., e.d.f = 1,94; F =10,0 açıklanan sapma = %57,6; p = 0,002) üzerinde belirgin derecede açıklayıcılığı olduğu bulunurken çalışmadaki tüm diğer bitki fonksiyonel karakterleriyle ilişkileri sınanmış, üzerlerinde istatistiksel olarak açıklayıcı bir etkilerinin olmadığı görülmüştür.

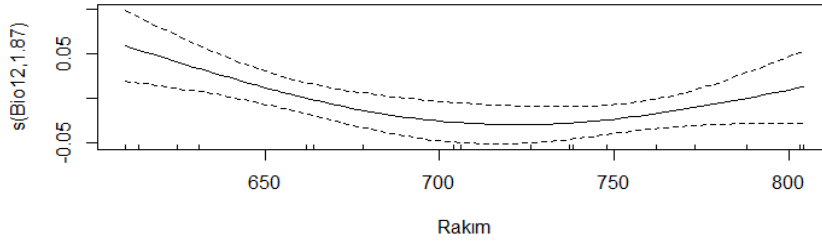
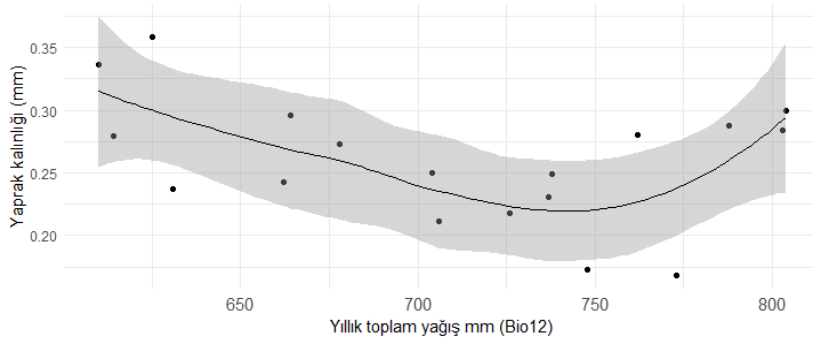
Ayrıca bahsedilen iklimsel değişkenlerin Shannon çeşitliliği ve çalışmaya dahil edilen fonksiyonel çeşitlilik indeksleriyle etkileşimi de sınanmıştır. Buna göre Bio2'nin, fonksiyonel dağılım (Şekil 3.24a, F = 5,9; R² = 0,222; p = 0,028), fonksiyonel zenginlik (Şekil 3.24b, F = 5,6; R² = 0,212; p = 0,031) üzerinde; yıllık ortalama rüzgar hızının fonksiyonel eşitlik (Şekil 3.24c, F = 8,9; R² = 0.318; p = 0,009), fonksiyonel dağılım (Şekil 3.24d, F = 7,7; R² = 0,283; p = 0,001), fonksiyonel zenginlik (Şekil 3.24e, F = 6,5; R² = 0,244; p = 0,022) üzerinde etkisi görülürken diğer sınamalarda anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.



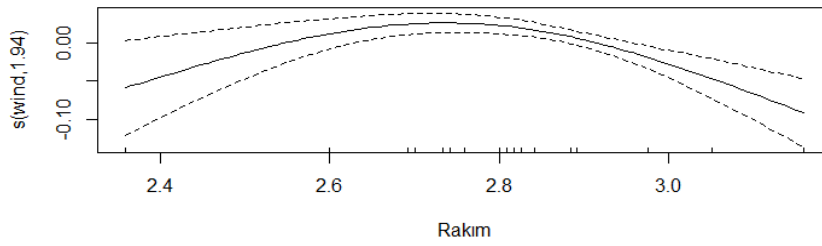
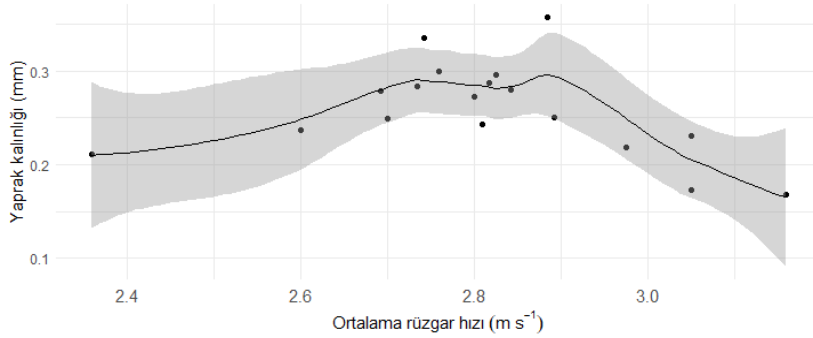
Şekil 3.23. Bio2'nin yaprak kalınlığı üzerindeki etkisini gösteren grafik. Yaprak kalınlığının komünite ağırlıklı ortalama değerleriyle Bio2 ilişkisi (a), etkileşimin GAM eğrisi ve grafiği (b). Grafiklerde güven aralığı koyu renk gölge ve kesikli çizgilerle verilmiştir.



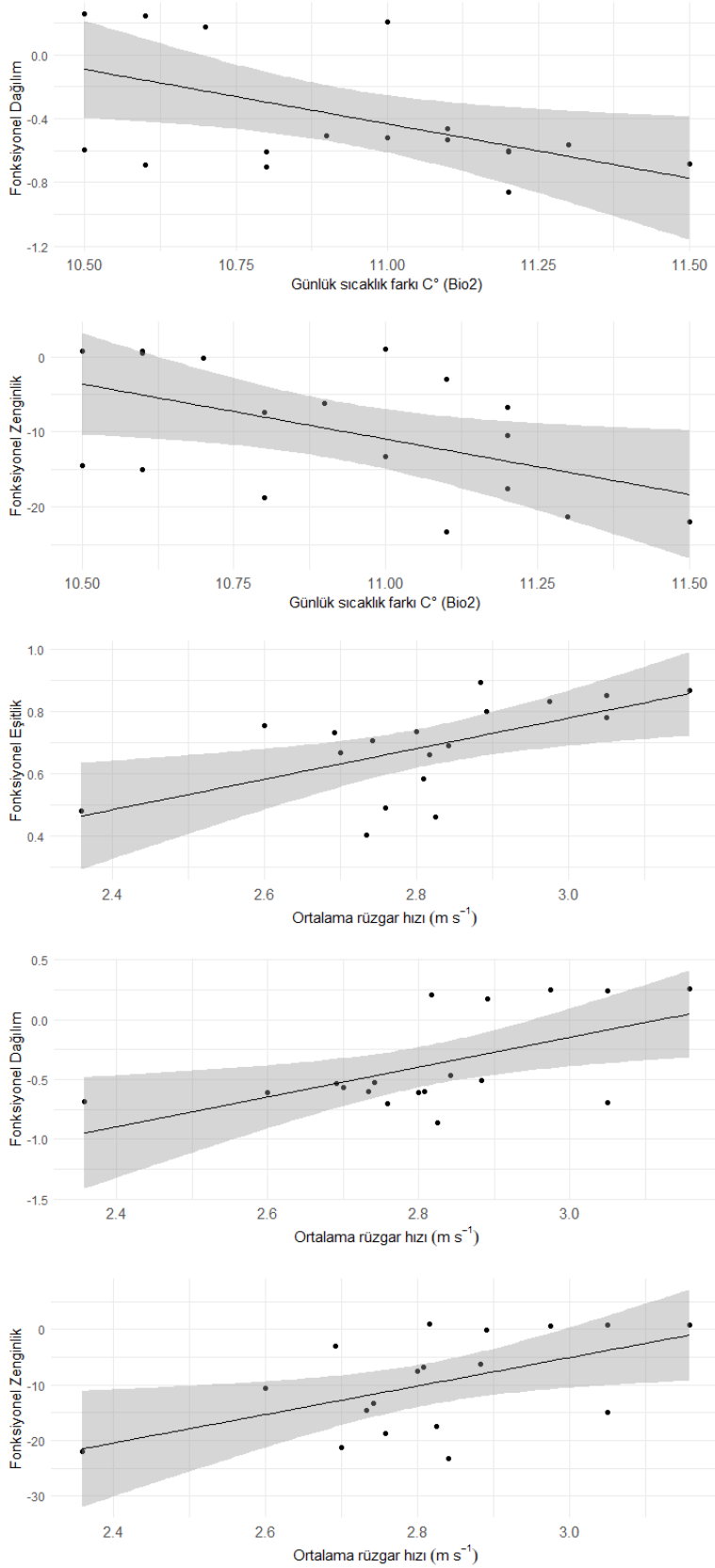
Şekil 3.24. Bio2 ve bitki maksimum boyunun ilişkisi. Bitki boyu komünite ağırlıklı ortalamaları olarak ifade edilmiş, değişkenler arası ilişkinin doğrusal model eğrisi ve güven aralıkları verilmiştir.



Şekil 3.25. Bio12 ve yaprak kalınlığının ilişkisi. Yaprak kalınlığı komünite ağırlıklı ortalamaları olarak ifade edilmiş (a), değişkenler arası ilişkinin GAM model eğrisi (y eksenini e.d.f olarak)(b) ve güven aralıkları verilmiştir.



Şekil 3.26. Ortalama rüzgar hızı ve yaprak kalınlığının ilişkisi. Yaprak kalınlığı komünite ağırlıklı ortalamaları olarak ifade edilmiş (a), değişkenler arası ilişkinin GAM model eğrisi (y eksenini e.d.f olarak)(b) ve güven aralıkları verilmiştir.



Şekil 3.27. Biyoiklimsel parametrelerin fonksiyonel çeşitlilik indeksleriyle ilişkisini gösteren grafik. Bio2'nin fonksiyonel dağılım (a), fonksiyonel zenginlik (b) ile; ortalama rüzgar hızının fonksiyonel eşitlik (c), fonksiyonel dağılım (d), fonksiyonel zenginlik (e) ile ilişkilerini gösteren grafikler. İlişkilerin doğrusal model eğrisi, güven aralıkları koyu renk gölgeyle ve verinin dağılımı noktalarla görselleştirilmiştir.

4. TARTIŞMA

Bu tez çalışması kapsamında değerlendirilen bitki fonksiyonel karakterlerinin birçoğu söz konusu rakımsal gradiyent boyunca bazı rakımlarda yüksek, bazılarında alçak olacak ve rakımla değişen artış, azalışlar gözlemlenecek şekilde, doğrusal olmayan salınım örüntüleri göstermektedir. Ulaşılan esas sonuç olarak fonksiyonel karakterlerde değişkenlik görülmektedir ve bu değişkenlik rakımsal gradiyentle açıklanabilmektedir. Tür çeşitliliği, fonksiyonel çeşitlilik gibi biyolojik çeşitlilik bileşenlerinde de rakımsal gradiyentle ilişkili örüntüler ve eğilimler görülmektedir. Bitki büyüme şekilleri açısından otsu veya odunsu stratejiye sahip olmak komüniteleri ve sahip oldukları fonksiyonel karakterleri şekillendiren önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmıştır. Çalışılan komünitelerin fonksiyonel karakter yapıları üzerinde biyoiklimsel parametrelerin etkileri incelendiğinde bazı karakterler için açıklayıcı olduğu görülmüştür. Bu çalışma Akdeniz havzasında deniz seviyesinden yaklaşık 3000 m'lere ulaşan ve rakımsal açıdan süreklilik gösteren bir gradiyente bitki komünitelerinin fonksiyonel karakterlerini açıklayan ilk çalışmadır.

Bu çalışmada da görülebileceği gibi vejetasyon tipi rakıma bağlı değişkenlik gösterir. Vejetasyon tipi, bitkilerin ekolojik ilişkilerini ve fonksiyonel karakterleri açıklayıcılıkta önemli bir faktör olsa da bu çalışmadaki değişkenliği açıklamada rakım ve iklimsel parametrelere göre daha az önemli bir yer tuttuğu görülmüştür. Vejetasyon tipinin karakterler üzerindeki etkisinin analizleri, bitki boyundaki ve yaprak kalınlığındaki varyasyonun bir kısmını açıklayabilmiştir. Otsu ve odunsu büyüme şekilleri ayrı ayrı vejetasyon tipleri açısından değerlendirildiğinde ise ölçülen tüm fonksiyonel karakterler üzerinde açıklayıcılık kazanmıştır. Bundaki temel sebep vejetasyon tiplerini belirlerken kullanılan temel unsurun bitki yaşam/ büyüme formu olmasıdır. Salınım parça parça incelendiğinde görülen görece dar rakımsal gradiyentlerde çeşitli neredeyse doğrusal azalma ve artış eğilimlerinin bir kısmını vejetasyon tipinin bu değerleri açıklayabilse de salınımı ve rakımsal gradiyentin tümünü açıklamakta yetersiz kalmıştır.

Rakımla birlikte değişen çevresel koşullar bitki komünitelerinin şekillenmesinde belirleyicidir. Rakımsal gradiyent çalışmalarının avantajı aynı anda birden çok ekolojik koşulu bünyesinde barındırmasıdır. Bu çalışmaların temel varsayımı dolaylı bir değişken olan rakım arttıkça buna bağlı doğrudan parametrelerde en temelde sıcaklığın düşmesi ve buna bağlı olarak bitki komünitelerinin şekillenmesinin de sonucu olarak rüzgar hızının, solar radyasyonun artması, gece gündüz sıcaklık farklarının artışı, aşağılardaki verimli koşulların yerini daha görece sert koşullara bırakmasıdır (Fan & Zhang, 2021). Akdeniz tipi ekosistemlerde düşük rakımlarda sıcaklıkla birlikte gelen şiddetli yaz kuraklığı, yukarılara çıkıldıkça ise düşük sıcaklık etkileri bitki büyüme, gelişme, üreme süreçleri üzerinde sınırlayıcı faktörlerdir.

Çalışılan gradiyent boyunca rakım arttıkça karakterlerdeki en belirgin değişimler yaprak kalınlığı, yaprak alanı, özgül yaprak alanı ve bitki boyunda görülmüştür. Bitki maksimum boyu dağın orta kesimlerine kadar düzenli bir artış ve sonrasında zirveye kadar düzenli denebilecek bir azalış örüntüsü göstermiştir. Bu eğri iki kısımda düşünülerek değerlendirilirse bitki boyunun artışını rakımla şekillenen vejetasyon tipiyle sonrasındaki azalışı ise rakımla (sıcaklıkla) değerlendirmek gerekir. Alanların yapısı düşünüldüğünde aşağılarda maki elemanlarından (çalılar, küçük boylu ağaçlar ve otsu türler) dağın orta kesimlerine gelindiğinde ibreli ağaçların komünitelerdeki baskınlığının artışı ve sonrasında alpin kuşağa doğru ağaç üst sınırına ulaşılmasıyla birlikte yüksek eğimli bir eğriyle boyda azalma eğilimi görülmüştür. Beklendiği üzere rakım arttıkça sıcaklıktaki düşüş sınırlayıcı bir faktör olarak bitki büyüme stratejilerine etkilemektedir. Bitki boyu bitkinin ışığa erişmesinin temel faktörlerinden biridir (Moles ve d., 2009). Fotosentez başta olmak üzere ışıkla ilişkili biyolojik süreçlerin bir fonksiyonu olarak rol alır. Ağaç örtüsü kalktıkça gölgeleme ve ışık için rekabet gereksinimi ortadan kalktığından, bitki boyunda azalma görülmesi beklenir (Kunstler ve d., 2016). Aşağılarda ışığa erişim için rekabet önemli bir faktör olduğundan bitkilerin boylu olması bir avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada da dağın alçak kesimlerinde rekabetin yukarılarda kolaylaştırmanın etkilerinin baskın olduğu varsayımının doğruluğu fonksiyonel eşitlik değerlerinin rakımla artmasından ve karakterlerdeki varyasyon katsayısı değerlerinden anlaşılabilir. Karakterler içindeki varyasyon miktarı yukarılarda daha düşüktür. Bitki boyunda ve yaprak kalınlığında en bariz şekilde görülen %cv değerlerinin dağın orta kesimlerine doğru hafifçe artıp sonrasında zirveye kadar azaldığı grafiklerde görülmüştür. Bu bize yüksek rakım açık ormanlarındaki komünite içindeki varyasyon düzeylerinin en yüksek olduğu sonucunu da vermektedir.

Yaprak kalınlığı yine fotosentezle oldukça ilişkili bir karakter olup yaprağın direnci, bitkinin kaynak kullanım stratejileri ve ömrüyle de ilişkilidir. Literatürdeki çalışmalar dağların alçak kesimlerinde otlama baskısının yüksek olduğunu yukarılara çıkıldıkça bu etkinin azalışından dolayı daha “lezzetli” (asiditesi düşük) ve ince yapraklar bulunduğunu söylese de bu çalışmada her alanda otlamanın görülmüş olması bu konuda bir yorum yapmayı güçleştirmektedir. Ayrıca alanlardaki otlama şiddetinin sayısal olarak ölçülemediği olması sonuçlardaki farklılıklara etki derecesini öngörmemizi engellemektedir.

Yaprak kalınlığını şekillendiren bir diğer önemli faktör sıcaklıktır, yukarılara çıkıldıkça kalınlığın artması, yukarılardaki gece gündüz sıcaklık farkının yüksek oluşu sebebiyle mevsimsellik etkilerine benzer şekilde yaprağın direncinin bitki tarafından artırılması beklenirken salınım örüntüsü ve dağın biyoiklimsel faktörlerle analizleri bize dağdaki gece gündüz sıcaklık farkının en yüksek olduğu kısmın zirvesinde olmadığını ve bu değişkenin kalınlıktaki örüntüyü çok yüksek oranda (yaklaşık %50) açıklama gücü olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde dağın yağış eğrisindeki salınım eğrisi kalınlıktaki salınımı %40 gibi yüksek bir oranda, rüzgar eğrisi ise %58 gibi bir oranda açıklamaktadır.

Aşağı rakımlardaki görece verimli koşullar yüksek SLA değerleri ve daha çok kaynak edinimini teşvik ederken, yukarılara çıkıldıkça koşulların zorlaşması sebebiyle var olan enerjinin kaynak ediniminden ziyade dayanıklılık ve hayatta kalmaya daha çok yönlendirilmesiyle ve halihazırda daha az kaynak bulunduğundan daha düşük SLA değerlerinin görülmesi beklenir. Bitkilerin yaprak dokularındaki yoğunluğu ve kalınlığı arttırmaları bitkinin hem su kaybını azaltır hem de fotosentezle karbon edinme kapasitelerini artırır. Ayrıca artan soğuk ve solar radyasyon streslerine karşı da bitkiyi korur. Öte yandan sıcaklık ve yaprak yüzey alanı ters orantılıdır. Yani sıcaklık arttıkça hücreler küçülür ancak sayısı artırılabilir, bu da küçülmüş yaprak alanları ve artmış SLA değerleri olarak karşımıza çıkar. Bir diğer durumda ise güneş ışığına erişilebilen gün sayısı ile ilişkili olarak bitki büyüme mevsiminin uzunluğudur. Yukarılardaki büyüme mevsimi görece daha kısa olduğundan güneşten daha çok faydalanabilmek için bazen arttırılmış yaprak alanlarıyla karşılaşılabılır (Fan & Zhang, 2021). Bu çalışmanın sonuçlarında ise SLA ve LA birbirlerine paralel sonuçlar göstermiş olup çoğunlukla otsu bitkilerce komünitenin şekillendirildiği salınım örüntüleri görülmüştür. Bu salınım modeli tıpkı yaprak kalınlığındaki gibi makide önce artan, 2000m'lere doğru önce azalıp sonra tekrar artışa geçen ve nihayetinde alpin kuşak boyunca tutarlı bir azalma gösteren bir desenlenme görülmüştür.

Tüm bu karakterlerde esas dikkat edilmesi gereken nokta yaprak alanının, SLA'nın, yaprak kalınlığının ve bitki boyunun birbirinden çok da ayrı değerlendirilmemesi gerektiğidir. Çünkü hepsi esas olarak anlamak istediğimiz bitki ekolojik stratejilerinin ve komünite dinamiklerinin anlaşılabilmesi için ölçülen karakterlerdir. Verimli koşulların doğurduğu bazı durumlarda ise yüksek büyüme hızı, yüksek SLA ile sonuçlandığında bu kuraklık direnci düşmüş bitkilerle karşılaşmamıza sebep olur. Akdeniz'deki özellikle aşağı rakımlardaki şiddetli yaz kuraklığı da düşünüldüğünde SLA'nın rakımla beklenen doğrusal ilişkisinin esas sebebi yağış desenleriyle paralel olmasıdır. Kuraklık stresi altında bitkiler mezofil yoğunluğunu arttırarak suyun kat etmesi gereken difüzyon mesafesini artırır ve böylelikle su kaybı minimuma indirilmiş olur (Fan & Zhang, 2021). Grafiklerde de görüldüğü üzere dağın yağış eğrisi de beklendiği gibi doğrusal bir çizgi halinde değil derin bir eğri biçimindedir. Önce orta kesimlere kadar azalıp daha sonra zirveye kadar düzenli olarak artmıştır.

Sıralanan farklı koşullardaki farklı bitki cevapları göz önüne alındığında Akdeniz havzası genelindeki düşük rakımlardaki vejetasyon tipinin (maki) genel karakteristiği olan kalın yaprakları, şiddetli yaz kuraklığının şekillendirdiği düşünülebilir. Bu çalışmanın sonuçlarındaki neredeyse görülen en kalın yapraklar da aynı alçak kesimlerde yer almaktadır (~ 0-500m). Gece-gündüz sıcaklık farkıyla doğru orantılı olması beklenirken grafiklerde en yüksek farka sahip bölge beklenen aksine dağın zirvesi değil L6 (~800m.) olarak karşımıza çıkar. Ve bu noktadan sonra sıcaklık farkı rakım arttıkça azalmaktadır. Burada da beklentimizin tam zıttı olacak şekilde yaprak kalınlığı ve SLA değerleri L13'e kadar artış göstermektedir. Bunun sebebi alanlardaki ölçemediğimiz otlatma şiddeti veya

iklimsel verilerin elde edilebileceği lokal istasyonların bulunmayışından kaynaklı olarak doğabilecek yüksek hata payları veya lokal topografya kaynaklı mikro iklimsel faktörler olabilir. Bir diğer olası senaryo makiliklerden sonra sıcaklığın dereceli olarak düşüşü günlük sıcaklık farklarından daha büyük bir etkiye sahip olup sıcaklığın düşmesiyle paralel şekilde beklenen olağan yaprak kalınlığı ve buna paralel SLA artışıdır. Bu durumda da esas dikkat çekici olan durum L13'ten sonra kalınlığın zirveye kadar düzenli olarak tekrar düşüşe geçmesidir. Özellikler alpin kuşaktaki bu kendi içinde tutarlı örüntü de sıcaklık düşüşü, solar radyasyondan korunma karşısında ve sıcaklık düşüşüyle paralel beklenen LA ve kalınlık artışı beklenen örüntünün tam zıttıdır. Bütün bu beklentilerin aksine olan senaryolar salınım örüntüsünün özgün bir sonuç olabileceğini ve parça parça kısımlar halinde değil bütünlüklü bir değerlendirmeyle çalışmanın metodolojisi ve karşılaştırılabilir benzer çalışmaların eksikliği de dikkate alındığında, salınımın kendisinin bir örüntü olabileceğini düşündürmektedir.

Bütün bu iklimsel değişkenlerdeki salınımlar dağdaki lokal topografyadan kaynaklanıyor olabileceği gibi literatürde sıkça görülen doğrusal eğilimlerin dağların bütüncül olarak çalışılmasının eksikliğinden kaynaklı olarak göz ardı edilmiş olabileceğini de düşündürmektedir. Rakımın artışıyla birlikte fonksiyonel dağılım özellikle alpin kuşakta artmıştır. Rakım arttıkça Shannon çeşitliliği ve fonksiyonel iraksama azalırken fonksiyonel çeşitlilik artmaktadır. Bu da bize filogenetik odaklı çalışmanın koruma biyolojisindeki eksikliklerine vurgu yapmaktadır.

Otsu ve odunsu türlerin fonksiyonel karakterleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde otsu türlerin gradiyent boyunca belirgin salınımları ve odunsu türlerin görece stabilitesi göze çarpmaktadır. Bu çalışmada komünite dinamiklerindeki esas farklılıkları şekillendiren türlerin otsular olduğunu söyleyebiliriz. Bu trendler bize otsu türlerle çalışmanın önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Otsu türler çevresel koşullara karşı daha hassas, belirgin bir büyüme mevsimi ve kısıtlı zamanları olduğundan ekolojik faktörlere cevapları da odunsulardan farklı olmaktadır. Dağın üst kesimlerindeki şiddetli rüzgar, düşük sıcaklık ve oldukça kısa büyüme mevsimi (karın erimesiyle) büyüme, gelişim, tohum çimlenmesi, gelişimi gibi süreçler için oldukça elverişsiz olduğundan üst kesimlerde çoğunlukla sürgün verebilen çok yıllık otsular ve yastıksı formda bazı odunsular hakimdir. Aşağı kesimlerde aksine verimli koşullar tohumla üremek için uygundur. Bu yüzden farklı yaşam fenolojilere sahip türler farklı rakımları kolonize etmiştir, bu durum da bizlere salınım eğrilerini getirebilmektedir.

Burada sayılan tüm literatürdeki doğrusal sonuçların ve beklentilerin önemli bir kısmı çalışılan dağların metodolojisi ve coğrafya ile ilişkilidir. Rakımsal gradiyent ve bitki fonksiyonel karakterleri konusunda çok sayıda çalışmaya sahip Çin coğrafyasında genellikle dağların bir kesitinin (3000-5000m arası gibi), Akdeniz havzası özelinde 2000-2500 m'yi geçmeyen çoğunlukla 1500m'lerde kalan çalışmalar (ör. Fontana ve d., 2017), kuzey Avrupa özelinde çoğunlukla sadece alpin kuşak çalışılan çalışmalar genellikle doğrusal ilişkileri göstermektedir.

Bu literatür bilgisine dayanarak çalışmadaki çoğu fonksiyonel karakter ve etkileşimlerinin basit doğrusal modellerle açıklanabilmesi öngörülmüşken daha karmaşık modellerle açıklanmak durumunda kalındı. Rakımsal gradiyentle karakterlerin değişimi incelendiğinde birbirini takip eden artış ve azalış eğilimleri gözlemlendi. Bu durumun olası sebepleri düşünüldüğünde otsu türlerin çok yıllık ve tek yıllık formlarının dağdaki dağılım örüntülerinin birbirinden farklı olması (yukarılarda tek yıllıkların neredeyse hiç olmaması), yüksek boylu ağaçların dağın orta kesimlerinde yer almasından kaynaklı olabileceği düşünülmüştür. Diğer bir faktör lokal topografyadan kaynaklanabilecek dağın orta kesimlerindeki yağıştaki, günlük sıcaklık farkındaki ve rüzgar hızındaki salınım örüntüleri olabileceğidir.

Bu farklılığın düşünülen temel sebeplerinden biri literatürde çoğunlukla gradiyentin veya ele alınan dağların bir yükselti kesitinin çalışılması ve genellikle Akdeniz havzası özelinde alpin kuşağın görülmediği, görece düşük yükseltiye sahip dağların çalışılmasıdır. Bunun aksine alpin kuşağın dikkate alındığı çalışmalarda ise sadece alpin kuşak üzerine yoğunlaşarak dağın aşağı kesimleri göz ardı edilmektedir. Her iki durumda da tüm vejetasyon kuşaklarını içeren bütünlüklü çalışmalar ve değerlendirmelerin yapılamaması doğrusal ilişkilerin hakim olduğu öngörüsü ve bazen yanılgısını doğurmaktadır. Literatürdeki çalışmaların bir diğer önemli eksiği küresel ölçekte otsu bitkilerin çoğunlukla göz ardı edilerek çalışmaların sadece odunsu türler üzerinden yapılmasıyla, bu çalışmada da görüleceği gibi odunsu türlerden çok daha farklı stratejilere ve karakter örüntülerine sahip türlerin çalışılmamasıdır. Bir diğer faktör olan Akdeniz havzasındaki çalışma eksikliği ve Türkiye özelinde benzer niteliklerde çalışmaların hiç olmayışı sonuçların havzaya veya bölgeye özgü karakteristik bir yapı olup olmadığını söylememize izin vermemektedir. Dağlar sundukları koşullarla ekolojik birer ada işlevi görebildiğinden sonuçların Türkiye gibi bir biyoçeşitlilik sıcak noktasının özgün örüntüsü ve/veya Uyluk Tepe özelinde bir farklılık olup olmadığını şu anki bilgi birikimimizle söylemek mümkün değildir ancak bu da düşük bir olasılık olarak mevcuttur. Bu faktörü eleyebilmek amacıyla çalışma alanlara ait biyoiklimsel verilerle çalışılan rakım, karakterler ve fonksiyonel çeşitlilik indeksleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Gelecek gradiyent çalışmaları için özellikle metodolojisi ve kapsamıyla bu çalışma model niteliği oluşturmaktadır. Çalışmanın en önemli yanlarından biri literatürdeki karakter çalışmalarının aslında mevcut gradiyentin bir kısmını aldığı için yetersiz oluşu sebebiyle sonuçların farklı olabileceğini göz önüne sermesidir. Bu yüzden gelecek çalışmalarda en geniş aralıkla çalışılmalıdır ki bitki komünitelerinin ekolojik yanıtları ve örüntüleri doğru şekilde anlaşılabilir.

6. KAYNAKLAR

Aguirre-Gutiérrez, J. *et al.* Pantropical modelling of canopy functional traits using Sentinel-2 remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 252, 112122, (2021).

Aktepe, N. Kızılcım (Pinus brutia Ten.) ormanlarında bitkilerin yanabilirliğinin popülasyon, tür ve komünite düzeyindeki değişkenliği ve bu değişkenliğin yangın rejimi ile ilişkisi. *Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*, (2021).

Atik, A.D., Öztekin, M., Erkoç, F. Biyoçeşitlilik ve Türkiye'deki Endemik Bitkilere Örnekler. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF)*, 30 (1), (2010).

Baylan, K.A. & Ustaoglu, B. Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına Göre Türkiye'de Akdeniz Biyoiklim Katlarının ve Alt Tiplerinin Dağılışı. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (3), 158-174. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ucbad/issue/54856/746927>, (2020).

Callis-Duehl, K., Vittoz, P., Defosse, E. *et al.* Community-level relaxation of plant defenses against herbivores at high elevation. *Plant Ecology* 218, 291–304. <https://doi.org/10.1007/s11258-016-0688-4>, (2017).

Cornelissen, J.H.C. *et al.* A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian journal of Botany* 51, 335–380, (2003).

Costa, H., de Rigo, D., Libertà, G., Houston Durrant, T., San-Miguel-Ayanz, J. European wildfire danger and vulnerability in a changing climate: towards integrating risk dimensions. *EUR 30116 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg*, ISBN: 978-92-76-16898-0, doi: 10.2760/46951, JRC119980, (2020).

Cui, H., Töpper, J.P., Yang, Y., Vandvik, V. and Wang, G. Plastic Population Effects and Conservative Leaf Traits in a Reciprocal Transplant Experiment Simulating Climate Warming in the Himalayas. *Frontiers in plant science*, 9, 1069. doi: 10.3389/fpls.2018.01069, (2018).

Elsen, P.R., Monahan, W.B. & Merenlender, A.M. Topography and human pressure in mountain ranges alter expected species responses to climate change. *Nature Communications* 11, 1974. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15881-x>, (2020).

Fan, S., & Zhang, Z. Predicting spatial distribution of plant functional traits in a forest-steppe zone. *Polish Journal of Ecology*, 69(1), 1-13, (2021).

Fick, S.E. and R.J. Hijmans, WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 37 (12): 4302-4315 (2017).

Fontana, V., Kohler, M., Niedrist, G., Bahn, M., Tappeiner, U., & Frenck, G. Decomposing the land-use specific response of plant functional traits along environmental gradients. *Science of the Total Environment*, 599, 750-759, (2017).

Garnier, E., Navas, M.L., Grigulis, K. (2016). Plant functional diversity: organism traits, community structure, and ecosystem properties. *Oxford University Press*.

Kattge, J., Bönisch, G., Díaz, S., Lavorel, S. *et al.* TRY plant trait database—enhanced coverage and open access. *Global change biology*, 26(1), 119-188. <https://doi.org/10.1111/gcb.14904>, (2020).

Kazancı, D.D. Kızılçam'da (*Pinus brutia* Ten.) yangınla ilişkili karakterlerin popülasyonlar arası değişkenliği ve bu değişkenliği ortaya çıkartan faktörler. *Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara*, (2021).

Kenar, N., & Kikvidze, Z. Climatic drivers of ecological divergence among the genera of the tribe Stipeae in Turkey. *Flora*, 270, 151650, (2020).

Kichenin, E., Wardle, D. A., Peltzer, D. A., Morse, C. W., & Freschet, G. T. Contrasting effects of plant inter-and intraspecific variation on community-level trait measures along an environmental gradient. *Functional Ecology*, 27(5), 1254-1261 (2013).

Kunstler, G., Falster, D., Coomes, D. A., Hui, F., Kooyman, R. M., Laughlin, D. C., ... & Westoby, M. Plant functional traits have globally consistent effects on competition. *Nature*, 529(7585), 204-207, (2016).

Magneville C, Loiseau N, Albouy C, Casajus N, Claverie T, Escalas A, Leprieur F, Maire E, Mouillot D, Villeger S. *_mFD: A Computation of Functional Spaces and Functional Indices_*. R package version 1.0.0, <https://github.com/CmlMagneville/mFD> (2021).

Mazel, F., Pennell, M.W., Cadotte, M.W. *et al.* Prioritizing phylogenetic diversity captures functional diversity unreliably. *Nature Communications*, 9(1), 1-9, (2018).

Midolo, G., De Frenne, P., Hölzel, N., Wellstein, C. Global patterns of intraspecific leaf trait responses to elevation. *Global Change Biology*, 25: 2485–2498. <https://doi.org/10.1111/gcb.14646>, (2019).

Moles, A.T., Warton, D.I., Warman, L., Swenson, N.G. *et al.* Global patterns in plant height. *Journal of Ecology*, 97(5), 923-932, (2009).

Perez-Harguindeguy, N., Diaz, S., Garnier, E., Lavorel, S. *et al.* Corrigendum to: new handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of botany*, 64(8), 715-716, (2016).

Pinheiro J, Bates D, DebRoy S, Sarkar D, R Core Team. *_nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models_*. R package version 3.1-155, <https://CRAN.R-project.org/package=nlme> (2022).

Rahbek, C., Borregaard, M.K., Colwell, R.K. *et al.* Humboldt's enigma: What causes global patterns of mountain biodiversity?. *Science*, 365(6458), 1108-1113, (2019).

Shah, S., Shrestha, K.K. and Scheidegger, C. Variation in Plant Functional Traits along Altitudinal Gradient and Land Use Types in Sagarmatha National Park and Buffer Zone, Nepal. *American Journal of Plant Sciences*, 10, 595-614. <https://doi.org/10.4236/ajps.2019.104043>, (2019).

Siefert, A., Violle, C., Chalmandrier, L., Albert, C.H. *et al.* A global meta-analysis of the relative extent of intraspecific trait variation in plant communities. *Ecology letters*, 18 (12), 1406-1419, (2015).

Stanik, N., Lampei, C., Rosenthal, G. Summer aridity rather than management shapes fitness-related functional traits of the threatened mountain plant *Arnica montana*. *Ecology and Evolution*, , (2020).

Sundqvist, M.K., Sanders, N.J., Wardle D.A. Community and Ecosystem Responses to Elevational Gradients: Processes, Mechanisms, and Insights for Global Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 44:1, 261-280, (2013).

Şekerciöğlu, Ç.H., Anderson, S., Akçay, E., Bilgin, R., Can, Ö.E., Semiz, G., Tavşanoğlu, Ç., Yokeş, M.B., Soyumert, A., İpekdal, K., Sağlam, İ.K., Yücel, M., Dalfes, H.N. Turkey's globally important biodiversity in crisis. *Biological Conservation* 144: 2752-2769, (2011).

Tavşanoğlu, Ç., & Gürkan, B. Akdeniz havzasında bitkilerin kuraklık ve yangına uyumları. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 11(1), 119-132, (2004).

Tavşanoğlu, Ç., Anadolu'nun yüksek biyoçeşitliliği: Evrim bunun neresinde?. In: Akış, I., Altınışık, N.E. (Eds.) *Evrimin Işığında, Yazılama Yayınevi, İstanbul, sf. 207-225, (2016).*

Tavşanoğlu, Ç., & Pausas, J.G. A functional trait database for Mediterranean Basin plants. *Scientific Data*, 5, 180135 (2018).

Urban M.C. Escalator to extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115 (47) 11871-11873 DOI: 10.1073/pnas.1817416115, (2018).

Tüfekcioğlu, İ. Alçak rakım Akdeniz odunsu vejetasyonunun bitki karakterlerine dayanarak yangına ve iklim değişikliğine karşı direnç ve direngenlik kapasitesinin belirlenmesi ve ormancılık uygulama önerileri. *Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2022).*

Ülgen, C. Anadolu Bozkır Bitkilerinin Fonksiyonel Karakter Örüntüleri. *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2019).*

Violle, C., Navas, M.L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., & Garnier, E. Let the concept of trait be functional!. *Oikos*, *116*(5), 882-892, (2007).

Weemstra, M., Freschet, G.T., Stokes, A., Roumet, C. Patterns in intraspecific variation in root traits are species-specific along an elevation gradient. *Functional Ecology* *00*: 1– 15. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13723>, (2020).

Wickham, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. (2016).

Wickham, H., François R., Henry L. and Müller K. _dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 1.0.9., <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>, (2022).

Yeşilyurt, E.B., Erik, S., Tavşanoğlu, Ç. (2017). Inter-population variability in seed dormancy, seed mass, and germination in *Helianthemum salicifolium* (Cistaceae), a hard-seeded annual herb. *Folia Geobotanica* *52*: 253-263.

Zhu, L., Zhang, Y., Ye, H., Li, Y., Hu, W., Du, J., ... & Fricke, W. Variations in leaf and stem traits across two elevations in subtropical forests. *Functional Plant Biology*, *49*(4), 319-332 (2022).