

Uludağ'da Girland ve Çember Oluşumları

Garland and circle formations on Uludağ

Murat Türkeş*, Muhammed Zeynel Öztürk

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çanakkale

Öz: *Uludağ'ın alpin kuşağı periglasiyal şekil ve süreçlerin etkisi altındadır. Bu süreçler sonucunda oluşan girland ve çemberler en yaygın şekiller olarak karşımıza çıkmaktadır. Uludağ'ın zirve kesimi, Uludağ kütlelerinin genel uzanış doğrultusu nedeniyle, su bölüm çizgisinden kuzey ve güney olarak ikiye ayrılır ve her iki bölümde de girland ve çember şekillerine rastlanılır. Ancak her iki bölümde de girland ve çemberlerin dağılışı bodur ardıcın (*Juniperus communis* subsp. *nana*) yayılışı ile sınırlandırılır. Kuzey yamaçlarda, bodur ardıçların daha iyi yetişme olanağı bulunduğu granodiyorit ve gnayslar üzerinde girlandlar ve çemberler sınırlı ölçüde gelişmiştir. Güney yamaçların büyük bölümünün mermerlerden oluşması, bodur ardıcın yayılışını engelleyerek güney yamaçlarda girland ve çemberlerin daha iyi gelişmesini ve geniş alan kaplamasını sağlamıştır. Girlandların morfolojisini denetleyen temel etmenler, litoloji, yüksek eğim koşulları, girlandın gerisinde bulunan ayrışma ürünü ve döküntü tutarı ile ön cephede yer alan bitkinin özelliğidir. Girlandlar, çeşitli yükseltilerdeki yamaçlar ve sırtlar üzerinde, 2-40° arasında geniş bir eğim aralığında gelişme gösterirken, çemberlerin zirveler arasında bulunan düz ve düze yakın (0-10°) alanlar üzerinde geliştiği görülür. Öte yandan, girlandların oluşumunda birçok alpin bitki türü etkili iken, çemberlerin oluşmasında yalnız iki yumak otu türü etkilidir.*

Anahtar Kelimeler: *Girland, çember, vejetasyon, iklim, periglasiyal, alpin kuşak, Uludağ.*

Abstract: *Alpine zone of the Uludağ is under the influence of periglacial processes and landforms. As a result of this processes, garlands and circles have appeared to be dominant landforms. Because of the general direction of the Uludağ massif, the summit portion of the Uludağ are divided into north and south from watershed line, and garland and circle appear in both portions. However, distributions of the garland and circle forms are restricted by distribution of the common junipers (*Juniperus communis* subsp. *nana*) in both divisions. Garlands and circles have developed with a limited extent over the northern slopes, where the common junipers have found a better growing opportunity over granodiorite and gneiss on the northern slopes. Because most of southern slopes are of the marble formation and this causes preventing of distribution of the *Juniperus communis* subsp. *nana* on southern slopes, garland and circles have been developed much better and cover wider area. The basic factors that control the morphology of garlands are of the lithology, high-slope conditions, decomposition product and debris amount behind the garlands and the feature of plant placed in the front. While garlands developed in a large slope range of among 2-40° over the slopes and ridges having various altitudes, circles are mainly seen over flat and slightly flat areas (0-10°) among the summits. On the other hand, while many alpine plant species are effective in the formation of garlands, only two types of *Festuca* sp. are effective in the formation of circles.*

Keywords: *Garland, circle, vegetation, climate, periglacial, alpine zone, Uludağ.*

1. Giriş

Periglasiyal, buzul örtülerin bulunmadığı, buzul alanlarına yakın geniş soğuk iklim bölgelerinde donma etkinliğine bağlı olarak gerçekleşen süreçler ve bu süreçlerin yaygın görüldüğü

* İletişim yazarı: M. Türkeş, e-posta: comu.muratturkes@gmail.com

alanları tanımlamak için yaygın olarak kullanılan bir terimdir. Periglasiyal terimi, ilk olarak 1909 yılında Polonyalı jeolog Walery von Lozinski tarafından Karpat Dağları'ndaki kaya molozlarının oluşumu ile ilgili donma süreçlerini açıklamak için önerilmiş ve daha sonra 1910 yılında Stockholm'de yapılan XI. Jeoloji Kongresi'nde periglasiyal kuşak tanımlaması yapılmıştır (French, 1996). Günümüzde polar çöller ve yüksek Arktik yarı çöller, tundra kuşağı, boreal orman kuşağı, karasal ve denizel subarktik kuşak periglasiyal süreçlerin yaygın olduğu alanlardır. Bununla birlikte alçak enlemlerin orman üst sınırı üzerinde yer alan alpin kuşakları da, periglasiyal süreçlerin egemen olduğu alanlar içinde değerlendirilir.

Anadolu'da Pleyistosen buzullaşması geniş sahalarda etkisini göstermekle birlikte, günümüzde buzullar Anadolu'nun doğu yarısında ve büyük yükseltilere ulaşan bazı dağlar üzerinde görülür. Bu durum daimi kar sınırı ile yakında ilişkilidir ve daimi kar sınırı Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzey yamaçlarında yaklaşık 3100-3200 m iken, Toros Dağları üzerinde 3400-3500 m'dir. Daimi kar sınırı, iç kısımlara doğru gidildikçe karasallığın artmasına bağlı olarak hızla yükselir. Örneğin İç Anadolu'da 3500 m olan daimi kar sınırı, doğuda Süphan Dağı üzerinde 3700 m'ye ve Ağrı Dağı üzerinde 4000 m'ye ulaşır. Bu koşullar altında, Türkiye'deki önemli buzullara, Güneydoğu Toroslar üzerinde Cilo (4168 m) ve Sat (3810) Dağları, Toroslar üzerinde Aladağlar (3910 m), Doğu Karadeniz Dağları üzerinde Kaçkarlar (3937 m), Verçenik Dağı (3710 m) ve iç bölgelerde önemli tek volkan dağları [örneğin, Erciyes (3916 m), Süphan (4434 m) ve Ağrı Dağı (5165 m)] üzerinde rastlanılır (Erinç, 2001). Buzulların çekilmesiyle birlikte ise, periglasiyal süreç ve şekiller orman üst sınırları üzerinde yer alan alpin kuşak içerisinde egemen duruma gelmiştir. Günümüzde periglasiyal alanlar, son buzul devrinin (Würm) etkisinde kalmış alanlarda relict glasiyal şekillerle iç içe bulunur.

Türkiye'de 1950'li yıllardan beri çalışılan periglasiyal süreç ve şekiller ile ilgili olarak yapılmış başlıca çalışmaları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

(1) Erinç (1955) Honaz Dağı üzerinde eski ve yeni periglasiyal şekillerin varlığından söz ederek, burada Pleyistosen'den beri periglasiyal süreçlerin egemen olduğunu vurgulamış ve donma-çözülme ile kütle hareketlerini egemen periglasiyal süreçler, konjelifraksiyon ve konjeliturbasyon depolarını, krioplanasyon taraçalarını ve nivasyon sirklerini egemen periglasiyal şekiller olarak belirlemiştir. Bozdağ üzerinde ise, periglasiyal şekillerin çok az görüldüğünü ve seller tarafından yarılmış olan bazı eski blok akıntılarının son buzul döneminde oluşmuş periglasiyal şekiller olabileceğini vurgulamıştır.

(2) Bilgin (1960), Kaz Dağı üzerindeki periglasiyal süreçleri, özellikle kuzeydoğuya bakan yamaçlarda, mikro ve makro soliflüksiyon, kuvvetli parçalanma, çok kuvvetli kütle hareketleri ve krioplanasyon süreçleri; periglasiyal şekilleri ise, blok akıntıları; krioplanasyon sahanlıkları, konjeliturbasyon depoları, nivasyon sirkleri, taş halkaları, gırland toprakları ve taş gırlandları olarak tanımlamıştır.

(3) Bilgin (1972), Munzur Dağları'nın doğu kısmında bulunduğu, taş halkaları, gırlandlar, şerit topraklar, taş kümeleri, soliflüksiyon taraçaları, konjelifraksiyon yamaçları ve depolarını periglasiyal şekiller olarak tanımlamıştır.

(4) Atalay (1984), Mescid Dağı üzerinde, Yedigöller buzul çanağı içerisinde taş halkalarının varlığından söz etmiştir.

(5) Güncel çalışmalara örnek olarak, Altın (2006), Orta Toroslar'da (Aladağlar ve Bolkar Dağları) güncel morfolojik süreçler etkisinde periglasiyal şekillerin gelişimlerini sürdürdüklerini, mikro periglasiyal şekiller olarak donmuş toprakları, soliflüksiyon taraçalarını, taş halkalarını, taş kümelerini, taş şeritleri, tetragonal toprakları ve tufurları; makro periglasiyal şekilleri olarak da kaya buzullarını, asimetric vadileri ve altioplanasyon yüzeylerini incelemiştir. Turoğlu (2009) ise, Aksu Deresi havzasında gelişen periglasiyal kütle hareketlerini soliflüksiyon, geliflüksiyon, donma-erime sürünmesi ile kaya düşmeleri, yamaç döküntüleri ve döküntü sürünmesi, kaya çığları ve kaya akmaları olarak tanımlamış ve bu süreçler sonucunda gelişen periglasiyal şekillerin gelişimlerini sürdürmekte olan güncel şekiller olduklarını belirtmiştir.

Öte yandan çalışma alanımızı oluşturan Uludağ ise, Pleyistosen'de buzullaşmaya uğrayan önemli alanlardan birisidir. Uludağ'da buzullaşmaya ait ilk çalışma 1902 yılında A. Philippon tarafından yapılmıştır. Uludağ'daki buzullaşma koşulları, daha sonra, sırasıyla, Cvijic (1909), Penck (1918), Ardel (1944) ve Erinç (1949) tarafından incelenmiştir. Philippon'un ilk çalışmasında, zirveler bölümünün kuzeybatısında yer alan 4 sirk'ten bahsedilmiştir (Erinç, 1949). Erinç (1949) ise, göller bölümüne kadar yaptığı çalışmasında, 9 sirk'in varlığını ortaya koymuştur. Erinç (1949), sirklerin yanı sıra moren setlerini ve bazı şüpheli hörgüçkaya şekillerini Pleyistosen'e ait buzul şekilleri olarak tanımlamış ve Würm'deki kalıcı kar sınırının 2200-2300 m arasında olduğunu belirtmiştir.

Türkeş ve Öztürk'ün (2008a, 2008b) 2005-2008 yaz döneminde yaptıkları arazi çalışmaları sırasında Uludağ'ın tüm zirveler bölümü araştırılmış ve 15 sirk'in varlığı belirlenmiştir. Bu sirklerin kuzeye bakan yamaçlar üzerinde KB-GD doğrultusunda, mermerlerin kuzeye bakan alınları içerisine oyuldukları ve sirk tabanının kontak sınırına kadar ulaştığı alanlarda sirk göllerinin olduğu görülür. Ayrıca 2005 yılından beri yapılan arazi çalışmaları sırasında, kuzeye bakan yüksek yamaçlar da bile herhangi bir kalıcı kar belirlenmemiştir.

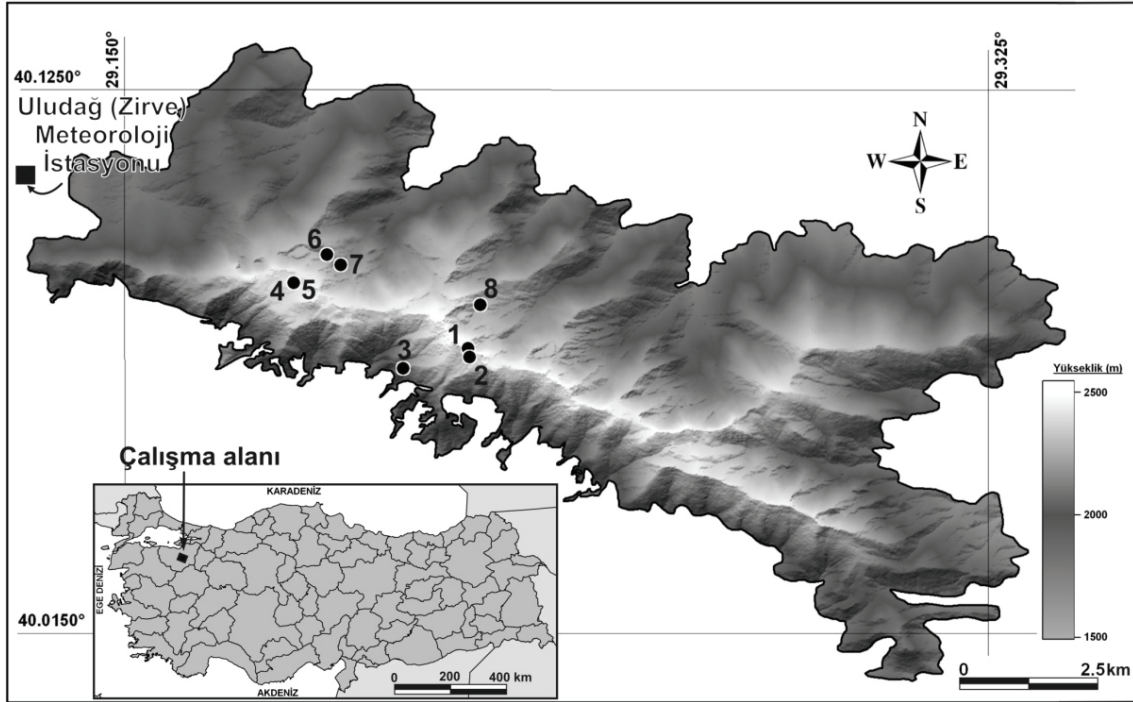
Yeni bir çalışmada, Zanho *vd.* (2007)'nin moren birikintilerinin ¹⁰Be radyoizotopunu kullanarak yaptıkları kozmojenik yaş tayini sonuçlarına göre, paleobuzulların ilerlemesi 26 bin yıldan önce gerçekleşmiş ve Son Buzul Maksimumu'ndaki ilerleme yaklaşık 18.5 bin yıla kadar devam etmiştir. Uludağ'da aynı zamanda buzul sonrası döneme ait (büyük olasılıkla Genç Dryas) yaklaşık 13-11.5 bin yıl olarak yaşlandırılmış cephe morenlerini oluşturan bir buzul ilerlemesi daha belirlenmiştir.

Araştırma alanının periglasiyal jeomorfolojisine ilişkin ise, birkaç çalışma vardır. Erinç (1957), "Uludağ Periglasiyalı Hakkında" adlı makalesinde, Uludağ'da 1900 m'den başlayarak mikro soliflüksiyon ve engellenmiş makro soliflüksiyon sonucunda merdiven basamağı şeklinde girland topraklarının geliştiğini belirtmiş, taş halkaları ile taş kümelerinden oluşan poligonal toprakların ve biri 1900-2300 m arasında ötekisi 2300 m ve daha yukarısı olmak üzere iki periglasiyal kuşağın varlığından söz etmiştir. Sirk gölleri çevresine kadar yapılan o çalışmada, zirve kesiminin büyük bölümü incelenememiş, periglasiyal şekillerin dağılışı yeterince açıklanamamıştır.

Türkeş ve Öztürk (2008a)'ün, "Uludağ Meteoroloji İstasyonu Verilerinin İklimsel Değişimler ve Periglasiyal Süreçler Açısından İncelenmesi" adlı çalışmalarında Uludağ meteoroloji istasyonuna ait aylık ve yıllık zaman dizileri uzun süreli eğilimler açısından çözümlenmiş ve bu eğilim özelliklerinin Uludağ'ın periglasiyal ortamı üzerinde yapabileceği başlıca olası etkiler ortaya konulmuştur.

Türkeş ve Öztürk (2008b)'ün, "Uludağ'ın Periglasiyal Jeomorfolojisi" adlı çalışmalarında ise, Uludağ'ın doruklar bölümünde egemen periglasiyal süreç ve şekiller coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve küresel konumlama sistemi (GPS) yardımıyla ortaya konulmuştur. Bu çalışmada taşlı ve toprak girlandlar, elenmemiş çember şekilleri, yamaç döküntüleri, kaya buzulları, taş kümeleri ve taş kaldırımı başlıca periglasiyal şekiller olarak belirlenirken, donma-çözülme ve buna bağlı kuvvetli fiziksel ufalanma ve zayıf kimyasal ayrışma, yamaç yıkanması, kaya akması ve düşmesi şeklinde gerçekleşen denüdasyon çeşitleri etkin periglasiyal süreçler olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı ise, Türkeş ve Öztürk (2008a,b)'ün devamı olarak, Uludağ'ın tüm doruklar bölümünde yaygın bir yayılış gösteren girlandlar ve çemberlerin (Şekil 1) sahip oldukları ortam ve jeomorfolojik özellikleri, dağılışlarını ve oluşumlarını istatistiksel ve jeomorfolojik olarak açıklamaktır.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu ile Uludağ doruklar bölümünün (orman üst sınırının) kapladığı alan, Uludağ meteoroloji istasyonunun yeri ve toprak örneklerinin alındığı noktalar.

2. Veri ve Yöntem

Çalışmada ilk olarak Uludağ'ın zirve bölümüne ait H22c4 ve H22d3 numaralı 1:25,000 ölçekli topografya ve jeoloji haritaları bilgisayar ortamına aktararak sayısal yükselti modeli, eğim, bakı, jeoloji haritaları oluşturulup her bir harita için alansal yüzdelere hesaplandı. Yine bu haritalar aracılığıyla orman ve bodur ardıç üst sınırı belirlendi. İkinci olarak, gırland ve çemberlerin dağılımını ortaya koyabilmek için, 25.06.2007 – 01.07.2007 tarihlerinde zirve kesiminde 3'er günlük kamplar şeklinde 2 arazi çalışması yapıldı. 01.08.2007 tarihinde ise toprak örneklerinin alımı için bir günlük arazi çalışması gerçekleştirildi. Arazi çalışmaları sırasında belirlenen şekillerin alansal dağılımı GPS ölçümleri ile belirlendi. GPS ölçümleri ve oluşturulan arazi modelleri yardımıyla gırland ve çemberlerin yükselti, eğim ve bakı özellikleri hesaplandı. Ayrıca, arazi çalışmaları sırasında periglasiyal şekillerin geometrisine ilişkin 236 gırland ve 79 çember şeklinin uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümleri yapıldı. Daha sonra, bunların tanımsal istatistikleri, aralarındaki korelasyonlar (ilişkiler) hesaplandı ve bu ilişkileri nesnel olarak açıklayabilmek amacıyla aşağıda açıklanan grafiksel ve istatistiksel çözümler gerçekleştirildi.

Çalışmada, hem ölçülen gırland genişliği ve uzunluğu ile gırland ve çemberleri saran bitkilerin genişliği ve bitki yüksekliklerinin yükseltiye göre dağılımları ve eğim ile ilişkileri, hem de kuzey ve güney yamaç gırlandlarının genişlikleri ve uzunlukları arasındaki ilişkiler ve gırlandların bakıya göre dağılımları, grafiksel (X-Y dağılımı) ve istatistiksel çözümlerle yöntemleriyle incelendi. Veri çiftleri arasındaki olası ilişkiler ve dağılım özellikleri, ya kuzey ve güney yamaçlar birlikte ya da uygun olduğunda kuzey ve güney yamaçlar için ayrı ayrı olmak üzere, önce X-Y dağılım grafikleriyle görsel olarak incelendi. Bu görsel incelemeye dayanarak anlamlı ve çalışmaya katkı sağlayacak sonuçlar vermeyen örnekler elendi.

Eleme sonrasında, girlandların genişlik ve uzunluklarının yanı sıra girland genişlikleri, girland bitki genişlikleri ve yükseklikleri ile eğim arasındaki olası ilişkilerin doğasını ve büyüklüğünü ortaya çıkarabilmek amacıyla, sözü edilen veri çiftleri için evrendeğerli *Pearson ilişki katsayısı* r , *en küçük kareler doğrusal regresyon* eşitliği ve *determinasyon katsayısı* (R^2) hesaplandı. Dağılım grafiklerinde, bu verilere doğrusal regresyon eğrisi uyduruldu. *Pearson ilişki katsayısı* r 'nin anlamlılığı, *Student* dağılımının iki yanlı şekli ve $N-2$ bağımsızlık sayısı temel alınarak, *Student t* sınaması ile denetlendi (Anderson ve Sclove, 1978).

Thorntwaite su bilançocu, donma çözülme koşulları ve diğer iklimsel analizler için Uludağ Meteoroloji İstasyonu'nun (1878 m) uzun süreli ortalama ve günlük sıcaklık verilerinden yararlanıldı. Donma-çözülme koşullarının analizi için, günlük ortalama maksimum, ortalama minimum ve ortalama sıcaklık verilerinden yararlanıldı. French (1996)'e dayanarak, gün içerisinde minimum ($T_{min.}$) ve maksimum ($T_{mak.}$) sıcaklıkların 0°C 'nin altında ($T_{min.}$ ve $T_{mak.} \leq 0^{\circ}\text{C}$) olduğu günler donmanın gerçekleştiği; minimum sıcaklığın 0°C 'nin altında ve maksimum sıcaklığın 0°C 'nin üzerinde ($T_{min.} \leq 0^{\circ}\text{C} < T_{mak.}$) olduğu günler donma-çözülmenin gerçekleştiği; minimum ve maksimum sıcaklıkların 0°C 'nin üzerinde ($0^{\circ}\text{C} < T_{min.}$ ve $T_{mak.}$) olduğu günler çözülmenin gerçekleştiği günler olarak belirlendi.

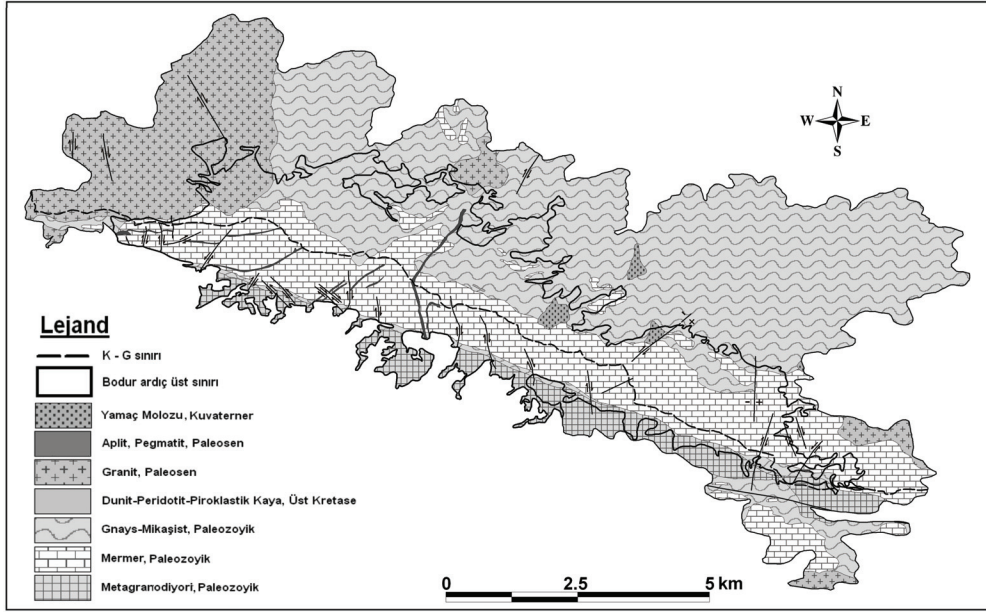
3. Araştırma Alanının Genel Jeoloji ve Fiziki Coğrafya Özellikleri

3.1 Genel Jeoloji

Uludağ, Permiyen kireçtaşlarının Hersinyen orojenezi ile kıvrılması sonucunda oluşmuş bir jeolojik masiftir. Kütle içerisinde gerçekleşen magma sokulumu ile doğu-batı yönünde 14 km uzunluğa, kuzey-güney yönünde 7 km genişliğe sahip bir elips şeklinde granodiyorit plütönu oluşmuştur (Ketin, 1983; Uzun, 1995). Kütleli oluşturan başlıca jeolojik birimler yüksek derecede metamorfizmaya uğramış çekirdek konumundaki gnayslar, amfibolit ve şistleşmiş mermerler ile düşük derecede metamorfizmaya uğramış yeşil şistler, fillit, yarı mermer ve kristalize kireçtaşlarıdır (Ketin, 1983). Buna göre, Uludağ'ın jeolojik yapısını, farklı derecelerde metamorfizmaya uğramış metamorfik kayalar ve bunların içine sokulmuş granodiyorit plütönu oluşturur.

Kütlenin jeolojik-jeomorfolojik gelişimini belirleyen birçok sağ-sol yanal ve normal fay bulunmakla birlikte kütlenin oluşumu ve yükselmesinde 3 ana fay etkili olmuştur. Bunlar, kuzeyde normal atımlı $40-43^{\circ}$ eğime sahip doğu-batı doğrultulu Bursa fayı, kuzeydoğu cephesinde 34° eğime sahip kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu Deliçay-Cerrah fayı ve Uludağ doruk çizgisinin güneybatısındaki $25-45^{\circ}$ arasında değişen eğimlere sahip Soğukpınar fayı'dır (Yaltrak vd., 2004).

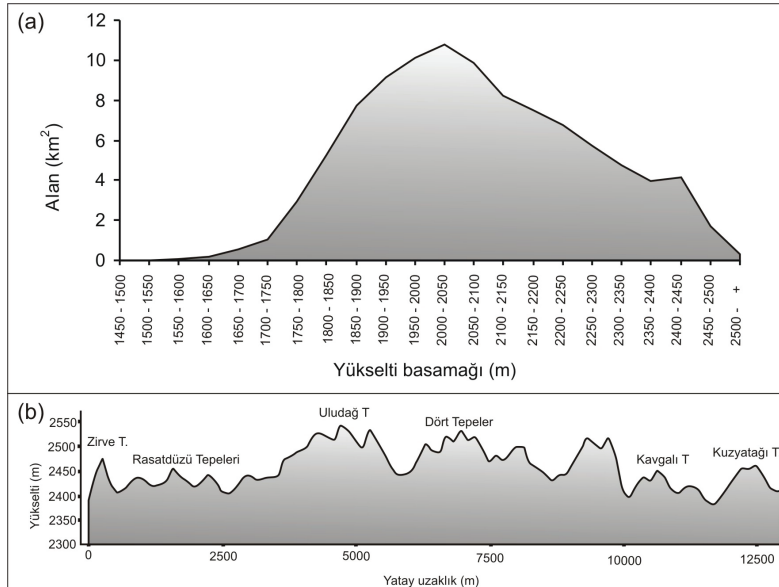
Uludağ'ın zirveler bölüme ait jeoloji paftalarının sayısallaştırılmasından elde edilen verilere göre, Uludağ'ın orman üst sınırında, %49.78 Paleozoik gnays ve mikaşistler, %26.38 Paleozoik mermerler, %16.07 Paleosen granodiyoritler yayılım gösterir. Bu birimlerin dışında, Paleozoik metagranodiyoritler, Paleosen apolit, pegmatit, Üst Kreatase dunit, peridotit, proklastik kayalar, Kuvaterner yamaç döküntüleri bulunur (Şekil 2).



Şekil 2. Araştırma alanının jeoloji haritası ve bodur ardıç ile jeolojik birimler arasındaki ilişki

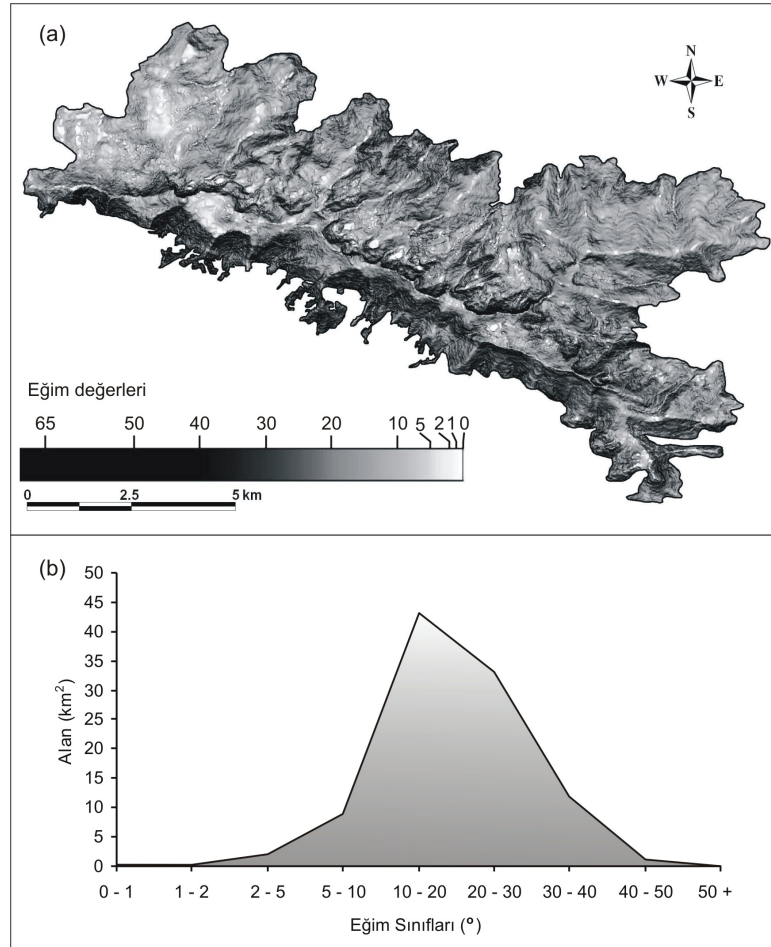
3.2 Morfometrik Özellikler

Araştırma alpin kuşağı kapsadığı için, doğal olarak çalışma alanının alt sınırını orman üst sınırı oluşturur. Bu sınır bazı alanlarda 1485 m'ye kadar iner. Ancak 1800 m'den daha alçak seviyede bulunan alanlar, araştırma alanının % 4.8'ini oluştururken; 1800 m'den daha yüksekte kalan alanlar araştırma alanının % 95.2'sini oluşturur (Şekil 3a). Araştırma alanının en yüksek noktası, 2543 m yükseltiye sahip Uludağ Tepe iken, çalışmada 2450 m'den daha fazla yükseltiye sahip birçok tepe bulunur (örn. Zirve Tepe - 2486 m, Eğrikar Tepe - 2452 m, vb., Şekil 3b).



Şekil 3. (a) Uludağ zirveler bölümünün hipsometrik eğrisi ve (b) araştırma alanının en batısında yer alan Zirve Tepe ile araştırma alanının en doğusunda yer alan Kuzyatağı Tepe arasında uzanan su bölümü çizgisi boyunca alınmış topografik profil.

Araştırma alanı yüksek eğim değerlerine sahiptir. Yüksek eğim değerleri güney yamaçların genelinde görülürken, kuzey yamaçta sirklerin gerisinde yer alan yüksek duvarlarda eğim daha da kuvvetlenir. Zirveler düzlüğü bölümü, kuzey yamaçtaki bazı sırtlar ve sirk alanları içerisinde bulunan birikme alanları ise, düşük eğim değerlerine sahiptir (Şekil 4a). Araştırma alanında 0° - 5° eğime sahip alanlar alanın % 2.42'sini oluştururken, 5° - 10° arası eğime sahip alanlar % 8.91'ini, 10° - 20° arası eğime sahip alanlar % 42.81'ini ve 20° ve daha büyük eğime sahip alanlar % 45.81'ini oluşturur (Şekil 4b). Araştırma alanının sahip olduğu bu yüksek eğim özelliği, periglasiyal şekillerin oluşumunu ve özelliklerini belirleyen temel etkenlerdendir.



Şekil 4. (a) Araştırma alanının eğim haritası ve (b) eğim özellikleri.

Araştırma alanı, zirvelerden geçen su bölüm çizgisine göre kuzey ve güney olarak iki farklı bölüme ayrılır. Bu sınıra göre, alanın % 76'sı kuzey bölümde, % 24'ü güney bölümde kalır. Bunun yanında, genel bakı koşullarını incelediğimizde, alanın % 40'ı doğuya, % 26'sı kuzeye, % 21'i batıya ve % 13'ü güneye bakan yamaçlardan oluştuğu görülür. Bakı koşullarının en önemli etkisi, güneşlenme koşulları ve süresi üzerinde etkili olarak, sıcaklık koşullarını ve buna bağlı olarak günlük sıcaklık farklarını belirlemesi ve fiziksel ufalanma üzerinde etkili olmasıdır. Günlük sıcaklık farkları üzerinde rol oynayan diğer bir etmen de, eğim özellikleridir. Özellikle güney yamaçın sahip olduğu eğim özellikleri, bu yamaça Güneş ışınlarının daha dik düşmesine ve bu yamaçta sıcaklıkların ve dolayısıyla sıcaklık farklarının daha fazla olmasına neden olur.

3.3 Bitki Örtüsü Özellikleri

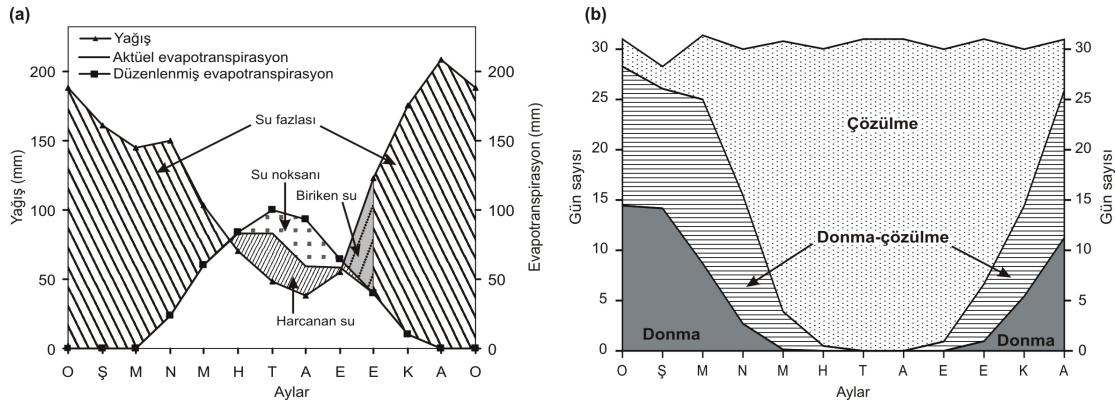
Bitki örtüsü özellikleri özellikle mikro periglasiyal şekiller olarak niteleyebileceğimiz desenli toprakların, taş halkalarının, taş şeritlerinin, çember şekillerinin ve gırlanların dağılışında ve şekillenmesinde en önemli etkenlerin başında gelir. Bu nedenle bu ilişki, birçok uluslararası çalışmada incelenmiş ve bitki örtüsü ile periglasiyal şekiller arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur (Cannone vd, 2004; Hjort, 2006; Price, 1969; Butler vd., 2004, vb.). Periglasiyal süreç ve şekiller ile bitki örtüsü arasındaki ilişkiyi Uludağ'da görmekteyiz. Yukarıda da belirtildiği gibi, araştırma alanının alt sınırının orman üst sınırına karşılık geldiği görülür. Bu sınır aynı zamanda Uludağ Göknarı'nın (*Abies nordmanniana subsp. bornmuelleriana*) üst sınırınıdır. Bu nedenle araştırma alanının bitki örtüsü ağaççık türleri, çok yıllık ve odunsu alpin bitkiler ile kısa dönemli alpin çiçeklerden oluşur. En önemli ağaççık türünü bodur ardıç (*Juniperus communis subsp. nana*) oluşturur. Araştırma alanının alt sınırı temel olarak orman üst sınırına dayanmakla birlikte, bodur ardıcın periglasiyal şekillerin oluşmasını engellemesinden dolayı, periglasiyal şekillerin dağılışı bodur ardıç üst sınırına dayanır. Bu sınır güney bölümde birçok alanda orman üst sınırı ve mermer ana kayası ile çakışır. Bu durum, bodur ardıcın güney yamaçlarda yayılışını sınırlandırırken kuzey yamaçta çok geniş bir alana yayılmasına neden olur (Şekil 7).

4. Bulgular

4.1. İklim ve Donma-Çözülme koşulları

Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre, Uludağ, çok nemli, ikinci derece mikrotermal, yıl boyunca su açığının olmadığı ya da çok az olduğu ve deniz etkisine orta düzeyde açık bir iklim özelliği gösterir (A,C'2,d,b'2). Yağış etkinliğini ortaya koymak amacıyla hazırlanan Thornthwaite su bilançosu, Uludağ'ın doruklar bölümünde, haziran-eylül döneminde su noksanı yaşanmakla birlikte, aynı dönemde toprakta kullanılabilir su (harcanan su) bulunduğunu da gösterir (Şekil 5a). Topraktaki suyun azalması sonucunda, temmuz ve ağustos aylarında su açığı kuvvetlenir. Başka bir deyişle temmuz ve ağustos aylarının kurak geçme olasılığı yüksektir (Türkeş ve Öztürk, 2008a).

Çalışma alanında periglasiyal süreçler açısından egemen süreç, donma-çözümeye bağlı olarak gerçekleşen fiziksel parçalanmadır. Donma-çözülmenin yıl içindeki dağılımına bakıldığında (Şekil 5b), temmuz ve ağustos ayları dışında kalan tüm aylarda donma-çözülmenin gerçekleştiği görülür. Buna göre, sıcak dönemde zayıflamasına karşın, Uludağ'ın doruklar bölümünde yılın büyük bölümünde donma-çözülme gerçekleşir. Eylül ayı içerisinde başlayan donma-çözülme süreci, kasım'da 14.7 güne, mart'ta ise 16.3 gün ile maksimum değerine ulaşır. Daha sonraki aylarda hızlı bir düşüşle, haziran ayında 0.5 güne iner.



Şekil 5. (a) Uludağ istasyonunun Thornthwaite su bilançosu ve (b) donma-çözülme koşullarının yıllık değişimi.

4.2. İklim ve Vejetasyonun Girland ve Çemberler Açısından Değerlendirilmesi

Kış mevsimi, donma-çözülme koşullarının en şiddetli gerçekleştiği dönemdir (Şekil 5b). Ancak, bu dönem içerisinde kar örtüsünün varlığı fiziksel ufalanmayı zayıflatır. Fiziksel ufalanma, bu dönemlerde daha çok çıplak kaya yüzeyleri boyunca ve çatlaklar, tabaka düzlemleri gibi süreksizlik hatlarında gerçekleşir. Buna göre, kış mevsiminde fiziksel parçalanma kuzeye bakan sirkleri sınırlayan duvarlar üzerinde etkili olmalıdır. Bu alanlarda gerçekleşen şiddetli fiziksel parçalanma sonucunda oluşan döküntü, son buzul döneminde moren depolarının oluşmasına katkı sağlamış olmasına karşın, günümüzdeyse bu döküntüler, yamaç döküntüleri ve kaya buzullarının gelişimlerini sürdürmesini sağlamaktadır.

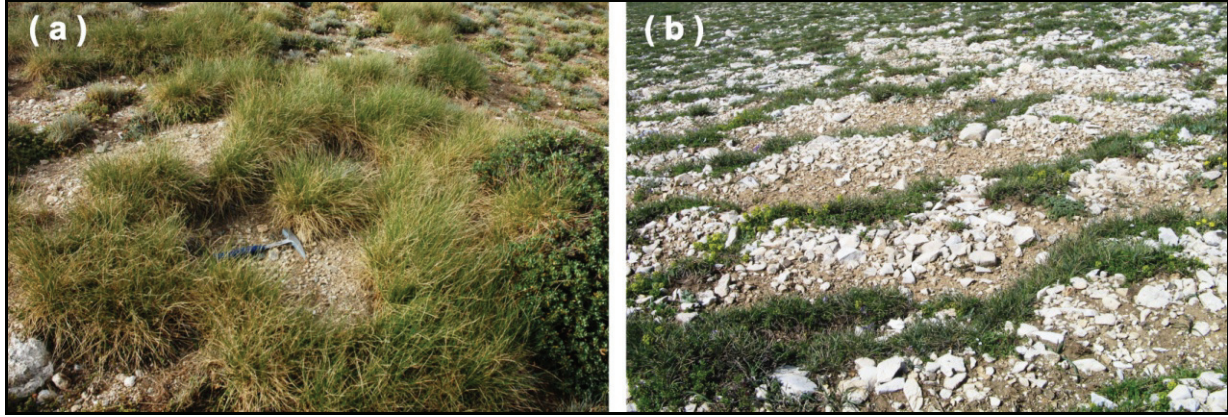
Donma-çözölmeye bağlı olarak oluşan örtü mantosunun ve döküntünün taşınmasındaki en önemli klimatolojik etken yağıştır. Yağış çeşitleri açısından, sağanak şeklindeki yağışların taşınmada en önemli etken olduğu söylenebilir. Şiddetli yağışa, eriyen kar ve yüksek eğim değerleri de eklenince, yüzeysel akışın taşıma gücünde bir artış oluşur. Böylece daha önce parçalanmış döküntü, yağışlar ve eriyen karlarla birlikte yamaç aşağı taşınır. Sonuç olarak yamaç üzerindeki döküntünün taşınmasıyla yamaç süpürülür. Gerçekleşen bu süreç denüasyon olarak adlandırılır. Kaya akması, yamaç yıkanması ve rüzgar süpürmesini kapsayan denüasyon süreci daha çok güney bölümde görülürken, kaya akması ve kaya düşmesini kapsayan denüasyon süreci kuzey bölümde yaygındır. Kuzey bölümde geniş bir alana yayılan ardıçlar, toprağı ve yüzeydeki döküntüyü tutucu özellik gösterdikleri için, denüasyon süreçleri güney bölüme göre daha dar alanlıdır. Güney bölümde ise, mermer ana kayacın geniş alan kaplaması yüzünden ardıç yayılımının sınırlı olması, denüasyon süreçlerinin daha geniş alanda etkili olmasına neden olur. Böylece güney yamaçlar süpürülerek zamanla çıplaklaşır ve bitkilerin tutunamayacağı araziler ortaya çıkar.

Güney yamaçlarda toprak örtüsünün tutunabildiği alanlarda ise, toprağın verimliliği, su tutma kapasitesi vb. özellikler, ağaç ve ağaççık türlerinin gelişmesini engeller. Bu durum güney yamaçlarda, mermer arazi üzerinde, toprağın tutunabildiği alanlarda yetişen çok yıllık subalpin-alpin bitki cinsleri olan yumak otu (*Festuca cyllenica subsp. uluana* ve *Festuca punctoria* türleri ki, bu iki tür de Uludağ endemiğidir), geven (*Astragalus angustifolius*, *Astragalus hirsitus*, *Astragalus sibthorpianus* türleri), korunga (*Onobrychis montana*), yabani defne (*Daphne oleiodes*), yoğurt otu (*Galium olympicum*), kekik (*Thymus preocax*) ve kekikotu (*Ziziphora clinopodioides*) türlerinin (Gülyüz, 2000) gelişmesine olanak sağlar. Bu bitki türleri ise, yamaç aşağı taşınan döküntüyü tutarak girland şekillerinin oluşmasını sağlar.

4.3. Girlandlar

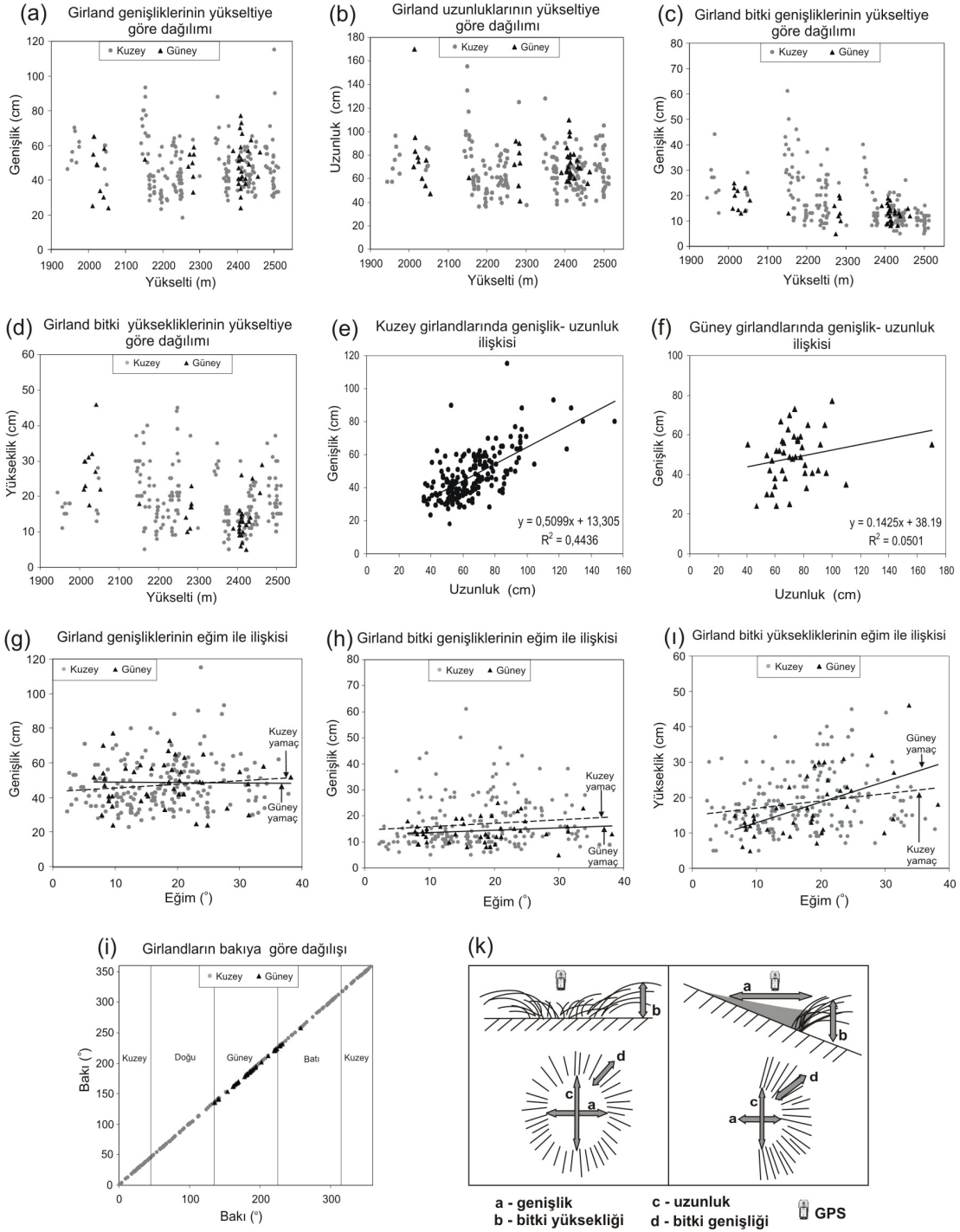
Girland, araştırma alanında en yaygın görülen periglasiyal şekildir. Arazi çalışmaları sırasında, yaklaşık bir ayımla güney yamaçta 43, kuzey yamaçta 193 ve toplam 236 girlandın ölçümü yapıldı. Bu ölçümlere göre, girlandlar yaklaşık 1950 m'nin yukarısında görölmeye başlar, 2150 m'den sonra yaygınlaşır ve 2510 m yükseltiye kadar da gözlenebilir (Şekil 7a, b, c, d), Yaygın olarak yarım ay şeklinde olan girlandların ön cepeleri, alpin bitkilerle kaplıdır; bu bitkilerin arkasında genel olarak küçük kaya parçalarıyla kaplı, düz ve düze yakın bir alan bulunur (Şekil 6). Ölçüm sonuçlarına göre, bu alanın genel olarak eğim yönündeki ortalama genişliği (eni) 47.5 cm, maksimum genişliği 115 cm ve minimum genişliği 18 cm (Şekil 7a) iken, eğime dik doğrultuda gelişen uzunluğu (boyu) ortalama 68 cm, maksimum 170 cm ve minimum 36 cm'dir (Şekil 7b). Genel olarak girland uzunluğu ve girland genişliği arasında doğrusal pozitif bir ilişki vardır (Şekil 7e, f). *Pearson ilişki katsayısı (r)* çözümlemesine göre, bu doğrusal ilişki, kuzey yamaçlarda yer alan girlandlar için $r = 0.666$ olmak üzere, 0.001'den daha küçük bir anlamlılık düzeyi (iki yanlı *Student t* dağılımı ve $N-2 = 191$ bağımsızlık sayısı için, $\alpha_1 = 0.000$) ile istatistiksel açıdan anlamlıdır. Bu ilişki, $r = 0.224$ ile güney yamaçlarda anlamlı değildir (iki yanlı *Student t* dağılımı ve $N-2 = 41$ bağımsızlık sayısı için, $\alpha_1 = 0.149$).

Girlandların morfolojisini denetleyen temel etmenler, litoloji, yüksek eğim koşulları, geride bulunan ayrışma ürünü ve döküntü tutarı ile ön cephede yer alan bitkinin özelliğidir. Girlandın ön cepesinde gelişen bitkiler ise, bakı ve litoloji koşullarına göre farklılık gösterir. Mermer alan üzerinde bulunan girlandlarda, bu bitkiler kısa boylu, sert, iğnemsiz ve kurak ortamı niteleyen bir özellik gösterirken (Şekil 6b), granodiyorit ve gnays üzerinde yer alan girlandlarda daha uzun boylu ve daha sık, otsu görünümlü nemli ortamı niteleyen bir görünüm sunar (Şekil 6a). Bu bitkilerin ortalama yüksekliği 18 cm, maksimum yüksekliği 46 cm, minimum yüksekliği 5 cm'dir (Şekil 7d). Bitkinin eğim yönünde ortalama genişliği 16.5 cm iken maksimum genişliği 61 cm, minimum genişliği 5 cm'dir (Şekil 7c).



Şekil 6. (a) Kuzeyde granodiyorit ve gnaysın egemen olduğu yamaçlar üzerinde ve (b) güneyde mermer yamaçlar üzerinde gelişen ve belirgin farklılık gösteren girland örnekleri.

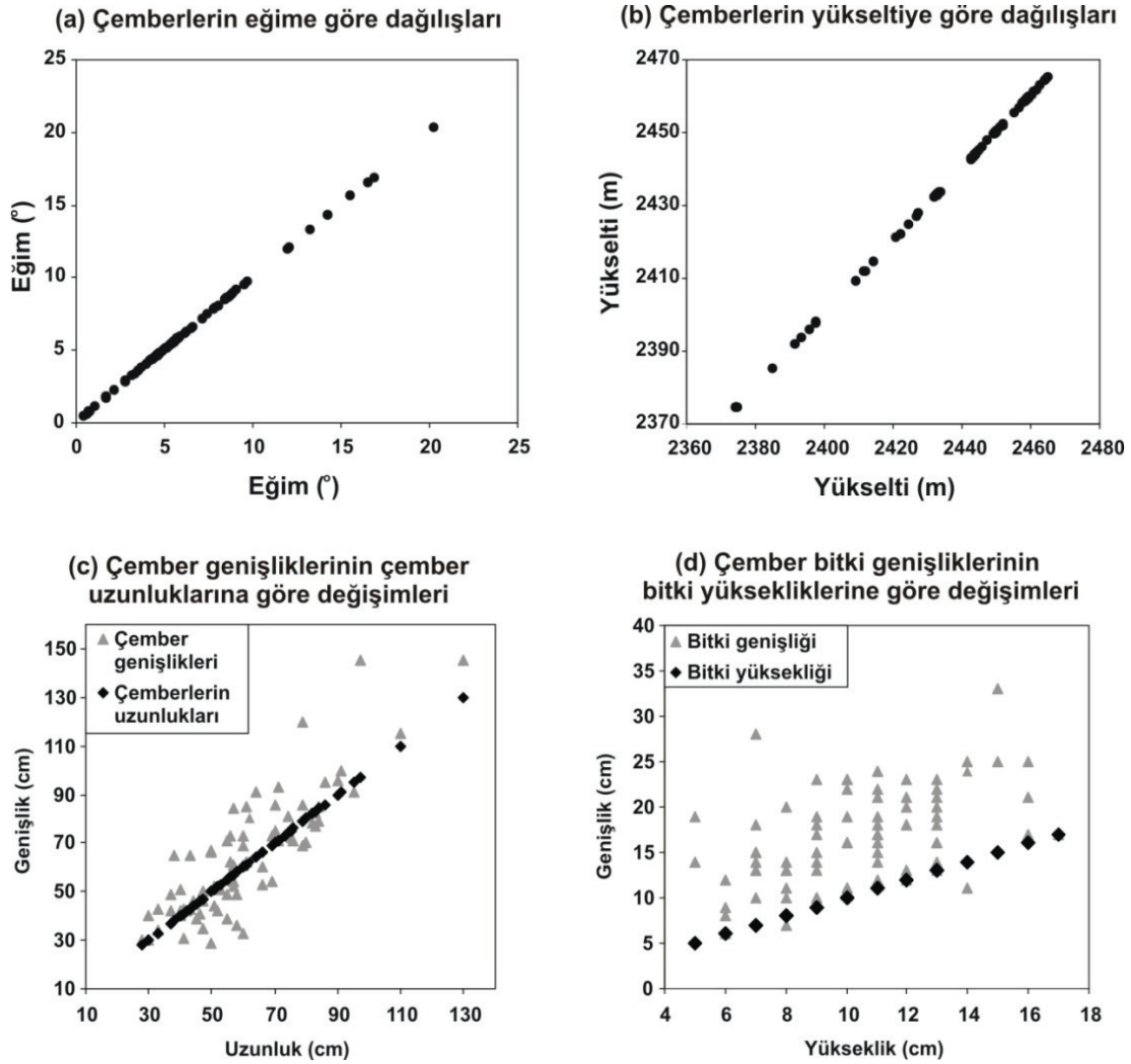
Girlandlar, çeşitli yükseltilerdeki yamaçlar ve sırtlar üzerinde, 2-40° arasında geniş bir eğim aralığında gelişme gösterir (Şekil 7g, h-11). Genel olarak, kuzey yamaçlarda girland genişliği ve eğim arasında zayıf bir pozitif ilişki [$r = 0.12$, anlamlılık düzeyi (α_1) = 0.097] bulunurken, güney yamaçlarda girland genişliği eğime karşı rasgele bir dağılım sergiler (Şekil 7g). Öte yandan, eğim değerleri ve girland bitki genişlikleri ile yükseklikleri arasında pozitif bir ilişki vardır. Girland bitki genişlikleri açısından iki yamaçta da zayıf olan bu ilişki (Şekil 7h), güney yamaçta daha kuvvetli olmak üzere girland bitki yükseklikleri için iki yamaçta da istatistiksel açıdan anlamlıdır (Şekil 7i). *Pearson ilişki katsayısı* çözümlemesine göre, güney yamaç bitki yükseklikleri ve eğim arasında kuvvetli bir ilişki [$r = 0.543$, $\alpha_1 = 0.000$] bulunurken, kuzey yamaçta orta düzeyde bir ilişki [$r = 0.206$, $\alpha_1 = 0.004$] görülür. Bu durum, olasılıkla, eğim azaldıkça (artıkça), girlandların gerisindeki düz alan ile ön cephesi arasındaki yükselti farkının azalması (artması) ve bu nedenle de girland bitkilerinin daha kısa (uzun) boylu olmasıyla açıklanabilir.



Şekil 7. Ölçülen girland genişliği ve uzunluğu ile bitki genişliği ve yüksekliklerinin yükseltiye göre dağılımları (a, b, c, d) ve eğim ile ilişkilerinin (g, h, i) yanı sıra kuzey ve güney yamaç girlandlarının genişlikleri ve uzunlukları arasındaki ilişkilerin (e ve f) ve girlandların bakıya göre dağılımlarının (j) grafiksel ve istatistiksel çözümlenmeleri. (k) girland ve çemberlerin ölçüm tekniğini ve ölçülen değişkenleri gösterir. Veri çiftleri arasındaki doğrusal ilişkileri gösterebilmek amacıyla, (e), (f), (g), (h) ve (i) grafiklerinde, verilere *en küçük kareler doğrusal regresyon* eğrisi uyduruldu.

Kuzey bölümde yer alan girlandlar farklı bakı koşullarına sahipken, güney bölümdekilerin yalnız güney bakı ile nitelenmesi (Şekil 7i) ise, litoloji ve eğim koşulları ile ilişkilidir. Kuzey yamaçlar

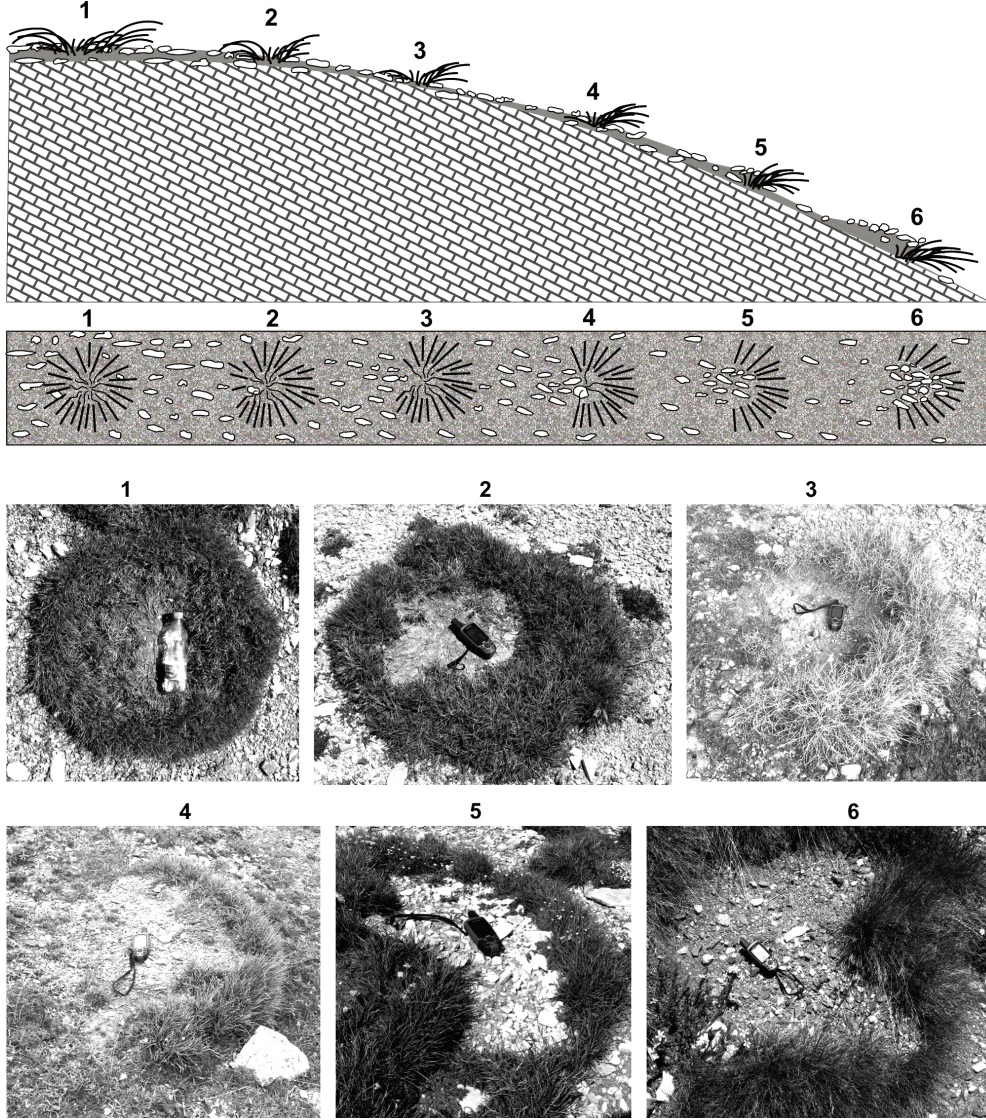
genel olarak güneye göre daha düşük eğim değerleri gösteren granodiyorit ve gnayslardan oluşur. Su tutma kapasitesi görece daha iyi olan (Çepel, 1978) bu birimler üzerinde iyi gelişmiş bir akarsu ağı, kuzey yamaçların daha geniş vadilerle parçalanmasına ve vadi yamaçlarındaki girlandların farklı bakı koşullarına sahip olmasına neden olur. Güneyde, genel olarak görece yüksek eğim değerlerine sahip ve yılın büyük bölümü güneş ışınlarını dik açılarla alan şistleşmiş mermerler üzerindeyse, yüzeysel akış sınırlı alanlarda ve kısa sürelidir. Yağmur ve eriyen kar sularının çoğu hemen yüzeysel akışa geçerek, bir bölümü ise uygun yerlerde derine sızarak mermerler üzerinde iyi bir drenaj ağının gelişmesini engeller. Aynı zamanda mermerlerden oluşan güney yamaçlar üzerindeki akarsuların tümü mevsimlidir ve bu durum yamaçların daha fazla aşınmasını ve iyi bir drenaj ağının gelişmesine olanak veremeyerek yamaçların ilksel eğilimlerini korumasını sağlar. Öte yandan, kuzey yamaçtaki akarsuların büyük bölümü tüm yıl boyunca akmakta ve yamaçları daha uzun süre aşınmaya uğramasına neden olmaktadır.



Şekil 8. Çemberlerin ölçülen özelliklerinin dağılışı ve değişimleri. Burada, (a) ve (b), sırasıyla çemberlerin eğime ve yükseltiye göre dağılışlarını gösterirken (c) ve (d), sırasıyla çember genişliklerinin çember uzunluklarına ve bitki genişliklerinin bitki yüksekliklerine göre değişimlerini gösterir.

4.4. Çemberler

Çemberler araştırma alanında yaygın görülen başka bir periglasiyal şekildir. Arazi çalışmaları sırasında toplam 79 çemberin ölçümleri yapıldı. Bu ölçümlere göre çemberler daha çok düz ve düze yakın alanlar üzerinde ($0-20^\circ$) gelişme göstermekle birlikte, $0-10^\circ$ eğim aralığında daha yaygın bir gelişme gösterir (Şekil 8-11). Genel olarak zirve düzlükleri üzerinde gelişme gösteren çemberlerin çoğu, 2374 m ile 2465 m arasında bulunur (Şekil 8). Eğim artışına bağlı olarak, düz alanlardan eğimli alanlara geçişte, çember şekillerden girlandlara bir geçiş görülür (Şekil 9).



Şekil 9. Arazi çalışmalarına (gözlem, ölçüm, haritalama) göre, Uludağ'ın güney bölümü için, eğim artışına bağlı olarak çemberden girlanda geçiş modeli: (1) Düz alanlar üzerinde görülen her yöne eşit gelişen çember oluşumu; (2) çember şeklinde görülen eğim yönündeki fazla gelişim; (3) çemberin bozulması ve gerisinde döküntünün birikmeye başlaması; (4) girland ile çember arasındaki geçiş şekli; (5) yarımay şeklinde girlandların oluşması; (6) girland gerisinin dışbükey bir şekil alması ve girlandın bozulması.

Çemberler tipik olarak daire şeklindedir. Çemberlerin sınırları tümüyle Uludağ'ın endemik bitkileri olan *Festuca cyllenica subsp. uluana* ve *Festuca punctoria* (Güleryüz, 2000) alpin bitkilerinden oluşur. Çemberin iç kısmı, yeni oluşmaya başlamış (genç) bir çemberde bitkilerden, gelişmiş (olgun) bir çemberde bitki köklerinden ve gelişimini tamamlamış (yaşlı) bir çemberde ise bitki kök kalıntıları, toprak örtüsü ve kayaç parçalarından oluşur (Şekil 10). Çemberlerin çapı ortalama olarak 63 cm'dir. Bu değer birkaç çemberin birleşmesiyle daha yüksek değerlere ulaşabilir.

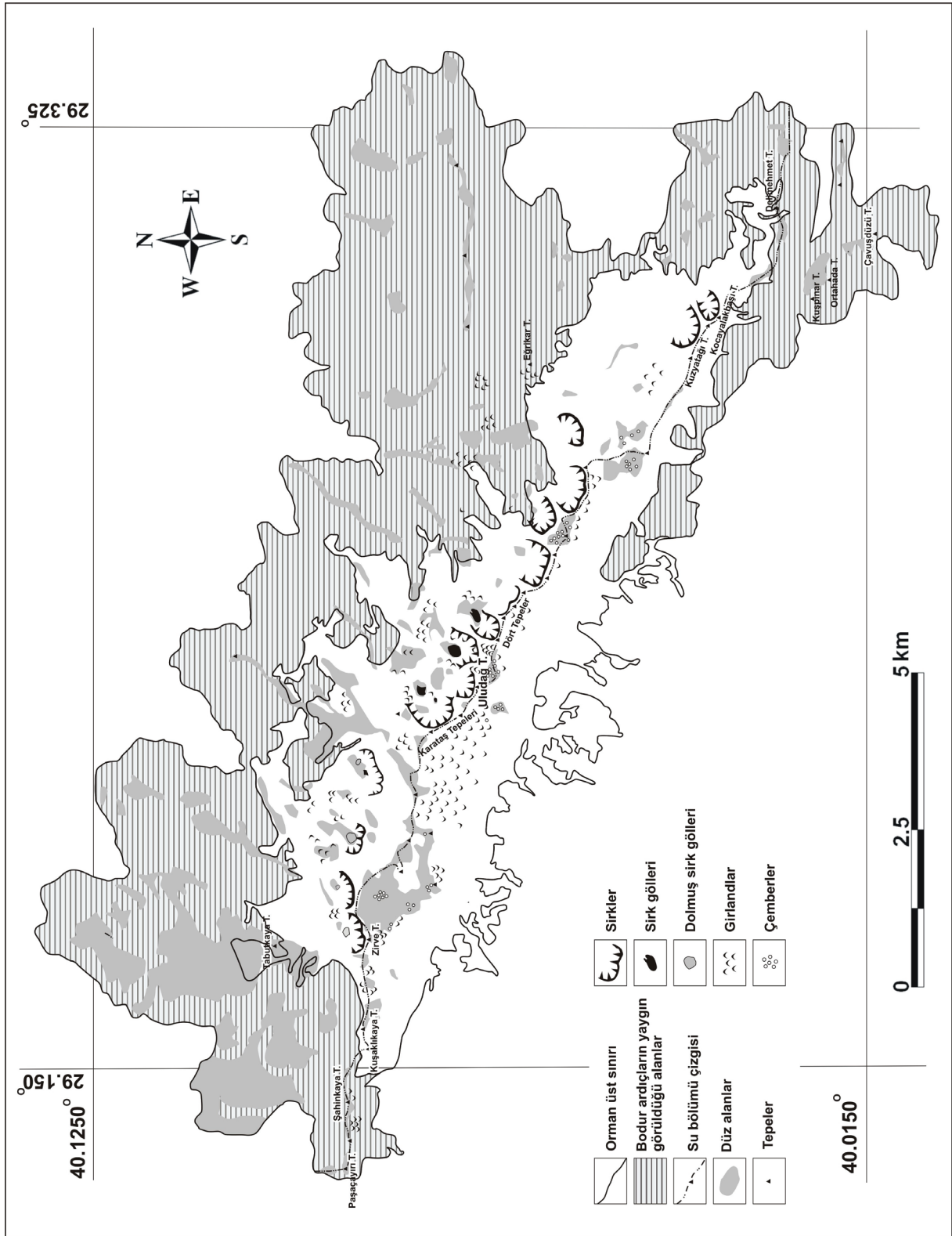
Çemberler yalnız mermer ana kayaç üzerinde görülür. Bunun nedeni çemberin oluşmasını sağlayan alpin bitkinin mermer ana kayaç üzerinde yetişebilmesidir. Çemberleri oluşturan alpin bitkilerin yüksekliği 5-17 cm arasında değişmekle birlikte, ortalama yüksekliği 10.3 cm'dir. Çemberi oluşturan bitki genişlikleri ise, ortalama 16.8 cm iken, genişlik 6 cm'den 33 cm'ye kadar değişebilir.

Aşağıda ortalama değerleri verilen çemberlerin gelişimine baktığımızda şu sonuçlara ulaşabiliriz:

Uludağ'ın mermerlerden oluşan zirve düzlüklerinde alpin bitkiler ilk olarak bitki kümesi şeklinde gelişir (başlangıç evresi). Büyüyen bu bitki kümesi çevresine doğru bütün yönlerde eşit bir gelişme gösterir ve bu aşamada alpin bitki küçük çaplı bir çember şeklini alır (gençlik evresi). Gelişimini sürdüren çemberin kurumuş ve ayrılmış kalıntıları çemberin alanı içerisinde kalan toprak örtüsünü ve kaya parçalarını örter. Çemberlerin gelişimini devam ettirmesiyle de başta kaya parçaları, daha sonra toprak örtüsü yüzeye çıkmaya başlar. Böylece alpin bitki topluluğu tipik bir çember şeklini alarak olgunluk evresine girer. Olgunluk evresinden başlayarak oluşan çemberler, komşu çemberlerin sınırlarıyla birleşmeye başlar. Bu birleşme yan yana gerçekleştiğinde şerit benzeri kapalı alanlar, üçgen ve kare şeklinde birleştiklerinde ise daha büyük çember benzeri şekiller oluşturur (yaşlılık evresi) (Şekil 10).



Şekil 10. Elenmemiş çemberlerin gelişim aşamaları (a) başlangıç ve gençlik evresi, (b) olgunluk evresi ve (c) yaşlılık evresi.



Şekil 11. Araştırma alanındaki girland ve çemberlerin dağılışı

4.5. Toprak Analizi

Girland ve çemberlerin oluşum süreçlerini daha iyi açıklayabilmek için farklı yükseltilerde yeralan girland ve çember şekillerinin merkez noktalarından ve çevrelerinden toplam 8 toprak örneği alınmıştır. Yapılan analizlere göre aşağıda özetle verilen değerlendirmeler yapılabilir:

Örneklerin çoğu mermer ana materyal üzerinde oluşan topraklar üzerinden alınmasına karşın, topraktaki kalsiyum karbonat (CaCO_3) oranı çok düşük çıkmıştır. Düşük çıkan EC (μs) sonuçlarının da desteklediği bu durum, yıkanmanın fazla olduğunu gösterir. Aşırı yıkanma topraklarda tuzluluk oranının da düşük olmasına yol açmıştır. Kil ve silt oranının az olması ise, zaten kil-silt üretme oranı düşük olan kireçtaşının ayrışması ile ortaya çıkabilecek ince malzemenin yıkanma ve rüzgar süreçleri ile taşınmasının bir sonucudur. Bu süreçler sonucunda topraklar kumlu tın ve tınlı kum özelliği gösterir. Başka bir deyişle toprak analiz sonuçlarına göre, yamaç yıkanması alan üzerinde egemen bir süreçtir. Aynı zamanda yamaç yıkanmasına rüzgar süpürmesi de eşlik etmektedir. Analiz sonuçlarında organik madde miktarının görece yüksek çıkması, girlandların ve çemberlerin oluşmasında etkili olan subalpin-alpin otsu bitkilerin varlığıyla bağlantılı olmalıdır. Hem girlandların hem de çemberlerin gelişimi sırasında bitki kök artıklarının girland gerisinde ve çember alan içerisinde kalması, bu alanlardaki topraklarda organik madde tutarının yüksek olmasına neden olur.

Çizelge 1. Araştırma alanından alınan toprak örneklerinin, elektriksel iletkenlik (tuzluluk), asitlik (pH), CaCO_3 , organik madde ve kil-silt-kum analiz sonuçları ve tekstür sınıfları.

Örnek no	EC* (μs)	pH	CaCO_3 (%)	OM** (%)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Tekstür Sınıfı
1	64.60	7.11	0.24	3.88	11.8	20.6	67.7	kumlu tın
2	73.40	7.33	0.16	3.91	7.6	20.4	72.0	kumlu tın
3	89.60	6.43	0.08	3.99	7.6	22.5	69.8	kumlu tın
4	21.60	5.85	0.00	3.28	9.7	22.5	67.8	kumlu tın
5	14.70	6.00	0.00	1.96	9.7	28.6	61.7	kumlu tın
6	88.50	6.91	0.00	2.33	5.6	10.2	84.2	tınlı kum
7	76.30	7.15	0.00	0.83	7.6	12.3	80.0	tınlı kum
8	36.60	6.22	0.00	3.93	9.7	24.6	65.8	kumlu tın

* : Tuzluluk (elektriksel iletkenlik) ** : Organik Madde

5. Sonuçlar ve Tartışma

Donma-çözülme koşulları dikkate alındığında, Uludağ doruklar bölümünde temmuz ve ağustos ayları dışında tüm aylarda donma-çözülmenin gerçekleştiği görülür. Donmanın gerçekleştiği yıllık ortalama gün sayısı 57.8, ortalama donma-çözülmenin gerçekleştiği gün sayısı 89.3 ve ortalama çözülmenin gerçekleştiği gün sayısı 218.4'dür. Denüasyon sürecinin yıl içerisindeki dağılışı incelendiğinde, nisan-haziran döneminin taşınmanın en fazla gerçekleştiği dönem olduğu görülür. Bunun yanında, temmuz-eylül döneminde kar örtüsünün olmayışı, ayrışma ürününün ve döküntünün sağanak yağışlar ve eriyen kar suyu ile taşınmasını kolaylaştırır. Böylece nisan-eylül döneminin yamaç yıkanması için uygun olduğu görülür.

Periglasiyal şekillerin oluşumu ve dağılışı Paleozoik yaşlı şistleşmiş mermer anakaya ile yakından ilişkilidir ve bu süreç ve şekillerin oluşumu jeoloji, eğim, bakı ve bitki örtüsü gibi birçok etmen tarafından denetlenir.

Girlandların oluşumunda birçok alpin/subalpin bitki (*Festuca cyllenica subsp. uluana* ve *Festuca punctoria*, *Astragalus angustifolius*, *Astragalus hirsutus*, *Astragalus sibthorpianus*, *Onobrychis montana*, *Daphne oleiodes*, *Galium olympicum*, *Thymus preocax*, *Ziziphora*

clinopodioides) etkili iken, çemberlerin oluşmasında Uludağ'ın endemik bitkileri arasında yer alan iki yumak otu türü (*Festuca cyllenica subsp. uluana* ve *Festuca punctoria*) etkilidir. Eğimin farklılığı, ayrışma ürününün niteliği ve girland gerisinde biriken döküntünün tutarı girlandların farklı şekillerde görülmesine neden olur. Girlandların granodiyorit ve gnays kökenli ayrışma ürünü ve toprak üzerinde daha gür ve uzun boylu otsu bitkilerden oluştuğu, mermer üzerinde daha kısa boylu ve dikensi bitkilerden oluştuğu görülür.

Girland, araştırma alanında en yaygın görülen periglasiyal şekildir. Girlandların morfolojisini denetleyen temel etmenler, litoloji, yüksek eğim koşulları, geride bulunan ayrışma ürünü ve döküntü tutarı ile ön cephede yer alan bitkinin özelliğidir. Yaklaşık 1950 m'den başlayarak görülen girlandlar, 2-40° arasında geniş bir eğim aralığında gelişme gösterir. Genel olarak girland uzunluğu ve girland genişliği arasında doğrusal pozitif bir ilişki vardır ve bu doğrusal ilişki, kuzey yamaçlarda yer alan girlandlar için istatistiksel açıdan anlamlıdır. Arazinin eğim değerleri ve girland bitki yükseklikleri arasında, her iki yamaçta da istatistiksel açıdan anlamlı pozitif bir ilişki vardır.

Çemberler 0-10° eğim aralığına sahip alanlarda yaygın bir gelişme gösterir. Bu nedenle, genel olarak zirve düzlükleri üzerinde gelişme gösteren çemberlerin çoğu, 2374 m ile 2465 m arasında bulunur. Çemberler yalnız mermer ana kayaç üzerinde görülür ve tipik olarak daire şeklindedir. Çemberlerin sınırları, tümüyle Uludağ'ın endemik bitkileri olan *Festuca cyllenica subsp. uluana* ve *Festuca punctoria* alpin bitki türlerinden oluşur. Tipik çember şekilleri subalpin-alpin bitkilerin seyrek olduğu alanlarda egemendir. Alpin bitkilerin yoğun şekilde geliştiği diğer alanlarda, alpin bitkiler çember şekillerini koruyamaz ve birer şekilsiz bitki kümeleri görünümünü alır.

Eğim artışına bağlı olarak, düz alanlardan eğimli alanlara geçişte, çember şekillerden girlandlara bir geçiş görülür

Ulaştığımız ilgili yayınları dikkate aldığımızda, bu çalışma ile Türkiye'de ilk kez bir periglasiyal çalışmanın doğrudan arazi ölçümleri, istatistik çözümler ve sayısal harita uygulamaları yapılarak incelendiği söylenebilir. Girland ve çemberlerin oluşumunda egemen olan süreçler sınıflandırılmış, istatistiksel ilişkiler ve grafiksel modeller yardımıyla açıklanmıştır. Böylece Erinç (1957) tarafından açıklandığı gibi, şekillerin mikro soliflüksiyon ve engellenmiş makro soliflüksiyon sonucunda oluşmadığı, kuvvetli fiziksel parçalanma, zayıf kimyasal ayrışma, yamaç yıkanması, kaya akması, kaya düşmesi ve rüzgar süpürmesine bağlı olarak gerçekleşen denüdasyon sonucunda oluştuğu görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışma, ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Başkanlığının 2007/35 No.lu projesi ile desteklenen "Uludağ'daki Periglasiyal Süreçlerin, Periglasiyal Yerçekillerinin ve Bunları Denetleyen Etmenlerin İncelenmesi" başlıklı Yüksek Lisans (YL) tezinin periglasiyal süreç ve yerçekillerine ilişkin bölümlerinin sonuçlarını içerir. YL tez çalışmamızı destekleyen BAP Başkanlığına teşekkür ediyoruz. Ayrıca, Uludağ arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Gökhan ALTAN ve Hülya ÇEŞMECİ'ye, toprak analizlerinin yapılmasındaki katkısı nedeniyle Uzman Ali SUNGUR'a ve çalışmanın makaleye dönüştürülmesi sırasındaki yapıcı önerileri için Doç. Dr. A. Evren ERGİNAL'a teşekkür ederiz.

Referanslar

- Altın, T. (2006) "Aladağlar ve Bolkar Dağları üzerinde görülen periglasiyal jeomorfolojik şekiller" *Türk Coğrafya Dergisi*, 46: 05-122.
- Anderson, T.W.; Sclove, S.L. (1978) *An Introduction to the Statistical Analysis of Data*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Ardel, A. (1944) "Uludağ (Morfolojik Etüd)", *Türk Coğrafya Dergisi* 5-6: 35-57.
- Atalay, İ. (1984) "Mescid Dağı'nın glasiyal morfolojisi" *Ege Coğrafya Dergisi*, 2: 129-39
- Bilgin, T. (1960) "Kaz Dağı ve üzerindeki periglasiyal şekiller hakkında" *Türk Coğrafya Dergisi*, 20: 114-123.
- Bilgin, T. (1972) *Munzur Dağları Doğu Kısmının Glasiyal ve Periglasiyal Morfolojisi*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın no: 1757.

- Butler, D.R.; Malansonb, G.P.; Resler, L.M. (2004) "Turf-banked terrace treads and risers, turf exfoliation and possible relationships with advancing treeline" *Catena* 58: 259–274
- Cannone, N.; S. Sgorbati.; M. Guglielmin (2007) "Unexpected impacts of climate change on alpine vegetation" *Frontiers in Ecology and the Environment* 7: 360-364.
- Cvijic. J. (1909) "Beobachtungen über die Eiszeit auf der Balkanhalbinsel, in den Südkarpaten und dem Mysischen Olymp", *Zeitschrift Für Gletscherkunde*, III.
- Çepel, N. (1978) "Uludağ Kütlesinin Ekolojik Özellikleri", *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2: 15–25. İstanbul.
- Erinç, S. (1949) "Uludağ Üzerinde Glasiyal Morfoloji Araştırmaları", *Türk Coğrafya Dergisi* 11–12: 79–92
- Erinç, S. (1955) "Glasiyal ve periglasiyal morfoloji bakımından Honaz ve Bozdağ" *Türk Coğrafya Dergisi*, 13-14: 25-43.
- Erinç, S. (1957) "Uludağ Periglasiyalı Hakkında", *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 8: 91–94.
- Erinç, S. (2001) *Jeomorfoloji II*, Der Yayınları, Yayın No: 294.
- French, H. (1996) *The Periglacial Environment*, Pearson Education, Longman. London.
- Gülyüz, G. (2000) *Uludağ Alpin Çiçekleri (Alpine Flowers of Uludağ)*, Bursa Valiliği İl Turizm Müdürlüğü, Bursa.
- Hjort, J. (2006) *Environmental Factors Affecting The Occurrence of Periglacial Landforms in Finnish Lapland: A Numerical Approach*, Unpublished Academic Dissertation, University of Helsinki.
- Ketin, İ. (1983) *Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış*, İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı, Yayın No: 32, İstanbul.
- Penck, W. (1918) Die Tectonischen Grundzüge Westleinsiens.
- Price, L.W. (1969) "The collapse of solifluction lobes as a factor in vegetating blockfields" *Arctic* 22(4): 395-402
- Turoğlu, H. (2009). "Aksu Deresi Havzası (Giresun) Periglasiyal Sahasında Kütle Hareketleri" *Türk Coğrafya Dergisi*, 52: 41-54.
- Türkeş, M.; Öztürk, M. Z. (2008a) "Uludağ Meteoroloji İstasyonu Verilerinin İklimsel Değişimler ve Periglasiyal Süreçler Açısından İncelenmesi", *IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu ATMOS' 2008*, İstanbul Teknik Üniversitesi, 25-28 Mart 2008, Bildiriler Kitabı, s: 89-98, İstanbul.
- Türkeş, M.; Öztürk, M. Z. (2008b) "Uludağ'ın Periglasiyal Jeomorfolojisi", *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu 2008*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 20-23 Ekim 2008, Bildiriler Kitabı, 387-395, Çanakkale.
- Uzun, A. (1995) "Uludağ'da Tor Oluşumu", *Türk Coğrafya Dergisi*, 30: 53–65.
- Yaltrak, C.; Gazioglu, C.; Selim, H.; Yücel, Z. (2004) "Uludağ Nasıl Yükseliyor?", *Aktif Tektonik Araştırma Grubu 8. Toplantısı (ATAG-8)*, Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Elazığ.
- Zanho, C.; Akçar, N.; Yavuz, V.; Kubik, P.; Schlüchter, C. (2007) "Batı Anadolu'daki Paleobuzul Kayıtlarının Kozmojenik Yaş Tayini Ve Paleoklimsel Değerlendirmesi", *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu VI Bildiriler Kitabı*, 109-115, İstanbul.

