

## Kaz Dağlarında Yükseltiye Bağlı Azot Mineralleşmesinin Değişimi

Hüseyin Barış Tecimen<sup>1\*</sup>, Orhan Sevgi<sup>1</sup>, Ernaz Altundağ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>I.Ü. Orman Fakültesi Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı, 34473 Bahçeköy – İstanbul

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Düzce

\*E-posta: btecimen@istanbul.edu.tr

### Kısa Özet

Bu çalışmada farklı yükseltilerde bulunan yetiştirme ortamlarında, yükseltinin etkisine bağlı olarak azot mineralleşmesi, beslenmesi ve toprakta bulunma miktarları bakımından farkların ortaya konulması amaçlanmıştır. Kaz dağlarında 3 yükseltide (600 m, 1000 m ve 1430 m) yerinde bekletme yöntemi ile standart toprak malzemesi kullanılarak azot mineralleşmesinin değişimi incelenmiştir. Bu maksatla belirtilen yükseltilerde üstü kapalı tüpler içine yerleştirilen standart toprak ile ortamdaki yerli toprağın ayrı ayrı yerinde ve deneylikte (20 °C sıcaklık ve % 60 su doygunluğunda) mineralleşme miktarları izlenmiştir. Deneylikte yapılan bekletme ile elde edilen sonuçlara göre standart ve karışım topraklarında amonyum-N birikimi mikrobiyal tutulmaya uğramış, yerli topraklarda ise mineralleşme gerçekleşmiş, nitrat-N birikimi yerli topraklarda daha düşük ( $-0.4-0.7 \text{ mg NO}_3\text{-N kg}^{-1} \text{ 29 gün}^{-1}$ ) standart ve karışım topraklarında daha yüksek ( $2.3-17.9 \text{ mg NO}_3\text{-N kg}^{-1} \text{ 29 gün}^{-1}$ ) olmuştur. 99 günlük yerinde bekletme sonucunda standart ve karışım topraklarında eksi yönde amonyum-N birikimi, yerli topraklarda ise  $12.7-25.26 \text{ mg NH}_4\text{-N kg}^{-1}$  arasında amonyum-N birikimi tespit edilmiştir. Haziran ayı sonunda 99 günlük yerinde bekletme sonucu hemen bütün topraklarda nitrat-N birikimi olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; (1) yüksek amonyum-N varlığı nitrat-N birikimine neden olmuştur. (2) Standart ve karışık toprak malzemesinin yerli topraktan daha düşük bir organik azot içeriğine sahip olması, standart ve karışım topraklarında mineralleşmenin oluşmasına izin vermemiştir. (3) Deneylikte yapılan bekletme ile standart toprakta daha düşük nitrat-N oluşumu, standart toprakta daha az nitrat bakterisi bulunduğuna işaret etmektedir. (4) Yükseltinin amonyum-N birikimine etkisi belirgin olmamıştır. Çünkü bekletmeye konu edilen topraklardaki mineral azot fazlalığı mineralleşmeye değil mikrobiyal tutulmaya uğramıştır. (5) Nitrat-N birikimi yeryüzü şekliinden kaynaklanan mikro-iklim etkisiyle yükseltiye koşut olarak artmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yükselti, Kaz Dağları, azot mineralleşmesi, standart toprak.

## Alteration of Nitrogen Mineralization Along Altitudinal Gradient at Kaz Mountains

### Abstract

The aim of this study was to put forward nitrogen mineralization rates, nitrogen nutrition status and existence of nitrogen along an altitudinal gradient. With this intention standard soil material and its

Received: 01.08.2011; accepted: 29.12.2011

mixtures in closed top cylinders were installed to the altitudes 600 m, 1000 m and 1430 m to observe net nitrogen mineralization transformations. Additionally native soil and standard soil material were brought to the laboratory for incubation under standard conditions (20 °C and 60% water saturation). At the end of laboratory incubations ammonium-N was immobilized by microorganisms whereas net nitrogen mineralization were accounted at native soils. Nitrate-N accumulation was lower at native soils (-0.4-0.7 mg NO<sub>3</sub>--N kg<sup>-1</sup> 29 d<sup>-1</sup>) while higher at standard and standard x native soil mixtures (2.3-17.9 mg NO<sub>3</sub>--N kg<sup>-1</sup> 29 d<sup>-1</sup>). At the end of 99d in situ incubations ammonium-N immobilization was observed at standard x native soil mixtures while ammonium-N accrual was detected between 12.7-25.26 mg NH<sub>4</sub>+N kg<sup>-1</sup> at native soils. Besides nitrate-N accumulation has been substantiated at almost all incubated materials. To conclude; (1) high amount of ammonium-N has resulted to nitrate production. (2) Since standard x native soil mixtures contained less organic nitrogen vs native soils no ammonium-N accumulation could be detected at standard x native soil mixtures. (3) Less nitrate-N production at the end of laboratory incubation at standard soil vs native soils revealed less nitrate-N producing bacteria content in standard soil material. (4) Altitude was not efficient on ammonium-N accumulation. The excess mineral N content of soils caused to microbial immobilization instead ammonium-N accumulation. (5) Nitrate-N accumulation showed an increase correspondingly with elevating altitude.

**Keywords:** Altitude, Kaz Mountains, nitrogen mineralization, standard soil.

## 1. Giriş

Dağlık araziler dünyanın % 24'ünü kaplamaktadır ve bunun % 28'i (5.2 milyon ha) ormanlarla kaplıdır (Price, 2005). Dağlık arazilerde yükselti ekolojik sistemlerin ayırımında genelde en önemli faktörlerden biridir. Çünkü iklim, bitki fizyolojisi ve toprak dinamikleri üstünde yükseltinin önemi diğer yetiştirme ortamı faktörlerinden daha baskındır. Türkiye'nin batısında bulunan Kaz dağları (zirve yüksekliği-Karataş tepe 1774 m) yüksek bir bitki çeşitliliğine sahiptir. Bu sebepten ötürü Kazdağları, ülkemizdeki dağ ekosistemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Kaz dağlarının kuzey yamacında meşe-karaçam, Kazdağı köknarı ve kayın; güney yamacında ise alt yükseltilerden zirveye doğru kızılçam ve karaçam kuşaklarına rastlanmaktadır (Ata, 1975). Bu dağ ekosistemlerinde son yıllarda dikkate değer çalışmalar yapılmıştır. Bunlar Kaz dağlarında karaçamın büyüme-beslenme ilişkileri (Sevgi, 2003; Sevgi ve Tecimen, 2007), yükseltiye bağlı toprak özelliklerinin değişimi (Sevgi ve Tecimen, 2009) ölü örtü özelliklerinin değişimi (Sevgi ve Tecimen, 2008), karaçamın ibre özellikleri (Tecimen ve Sevgi, 2010) Kaz dağlarındaki ekosistemler üzerine yapılmış temel çalışmaları oluşturmaktadır.

Azot küresel iklim değişiminde anahtar rol oynayan bir element olup (Vitousek, 1997) aynı zamanda topraktaki azot dönüşümleri de karşılıklı olarak küresel iklim değişiminden etkilenmektedir (Rustad ve ark., 2001). Ilıman kuşaktaki orman

ekosistemlerinin atmosferden gelen azotu biriktirme imkânı sınırlı olup yüksek rakımlardaki ormanlarda yapılan ölçümlere göre bu ormanlardan kaynaklanan aşırı nitrat yıkanması azot birikimi için taşıma sınırlarının sonuna ulaştığını işaret etmektedir (Aber ve ark. 1989). Kitayama ve ark. (1998) yükselti ve iki farklı anakaya değişkenlerinden oluşan deneme deseni ile toprakta azotun mineralleşmesini incelemişler ve yükseltinin etkisinin toprağın kendi özelliklerinin etkisinin altında kaldığını ortaya koymuşlardır. İnsan faaliyetleri sonucu dünyada yaklaşık 140 Tg N yıl<sup>-1</sup> (Tg=1012g) (enerji üretimi (≈20 Tg N yr<sup>-1</sup>), gübre üretimi (≈80 Tg N yr<sup>-1</sup>) ve tarım (≈40 Tg N yr<sup>-1</sup>)) daha fazla azot canlı kökenli bağlanmaya zorunlu bırakılmıştır (Galloway ve ark., 1995; Vitousek, 1994). Ayrıca potansiyel sera gazı olan N<sub>2</sub>O'nun da salınımının artmasına neden olmuştur (Vitousek ve ark., 1997). Yükselti arttıkça sıcaklık düşmekte ve yağış artarak besin elementlerinin yıkanması oranları da yükseltiyle birlikte artmaktadır. Ayrışma ve ayrışma ürünleri olarak salınan karbon ve azot miktarları da yükseltiyle birlikte azalmaktadır. Doğal koşulların yarattığı iklim ve toprak değişkenleri etkenlerinin bertaraf edildiği deneylik koşullarında standart veya etiketlenmiş element/bileşiklerin ayrışmaları incelenmiştir (Botner ve ark., 2000; Couteaux ve ark., 2001; 2002). Azot dönüşümleri esas itibariyle "organik azotun mineralleşmesi" ve "nitrat üretimi" olaylarından oluşmaktadır. Azot dönüşümlerinin izlendiği çalışmalarda azotun bitkiler tarafından alımı engellendiği için "mikrobiyal azot tutulması" üzerinde en çok yorum yapılan unsur

oluşturmaktadır (Merilä ve ark., 2002; Smithwick ve ark., 2005). Bununla birlikte topraktaki azotun bitkiler tarafından kullanılabilir hâle gelmesi üzerinde ayrıştırılan organik madde miktarı (Berendse, 1990) ve niteliği (Cookson ve ark., 2005), iklim (Breuer ve ark., 2002), pH (Van Miegroet ve Cole, 1985; Bertrand ve ark., 2007), sıcaklık (Choromanska ve DeLuca, 2002), toprağın özellikleri (Giardina ve ark., 2001.; Hassink 1992), bitki toplumu (Finzi ve ark., 1998; Klopatek, 1987; Ross ve ark., 2004) ve yükselti (Bonito ve ark., 2003) gibi faktörler etkili olmaktadır.

Kaz dağlarında yükselti boyunca anakaya aşğılarda kireçtaşından başlayarak üst yükseltilere doğru çıkıldığında bazalt, gabro ve kristalin şistlerinden oluşan karışık kaya grupları olarak değişim göstermektedir (Akyürek ve Soysal, 1980; Ercan ve ark., 1995). Araştırmanın yürütüldüğü alanlar kireçtaşı ve gabro-bazalt-kristalin şistlerinden oluşan her iki anakaya grubunu da kapsadığı için toprakların pH'ları ve mikroorganizma bileşimleri farklılık göstermektedir. Güney bakıdan seçilen deneme alanlarındaki bitki ve anakaya gruplarından kaynaklanan çeşitlilik toprakların da farklılaşmasına neden olacağı öngörülerek standart toprak malzemesi kullanılarak bu farklılıkların giderilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca deneylik koşullarında yapılan bekletme çalışmaları toprakların aynı sıcaklık ve nem koşulları altındaki azot mineralleşmesi potansiyellerini sınama olanağı sunmaktadır. Bu araştırma ile sınanan hipotezler şöyledir: (1) Standart toprağın mineralleşme ve nitrat üretimi miktarları yükselti arttıkça azalacaktır. (2) Yerli toprağın standart toprağa karıştırılması her yükseltide mikroorganizma çeşitliliğini arttırarak standart toprağın mineralleşme ve nitrat üretimi kapasitesini arttıracaktır. (3) Bütün topraklara aynı mineralleşme koşullarının sunulduğu deneylik ortamında mineralleşme farkları azalacaktır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma alanı genel özellikleri

26°48'45"-26°54'00" enlemleri ve 39°46'30"-39°49'45" boylamları arasında yer alan çalışma alanımızı oluşturan Kaz Dağları Biga yarımadasının güney kesiminde yer almaktadır. Kaz Dağları kütleğinde bulunan başlıca dağ ve tepeler; Baba Dağ 1767 m, Gürgen Dağı 1434 m, Dumanlı Dağ 733 m, Dede Dağı (Hisarlık Tepe 721 m)'dir (Kantarıcı,

1996; Kantarıcı ve Sevgi, 1997). Biga yarımadasındaki meteoroloji istasyonlarına ait değerlere göre; yıllık yağış 400 m yükseltide 889,7 mm, 1400 m'de ise 1340 mm olurken, 400 m yükseklikte ortalama sıcaklık 12,9°C, 1400 m'de ise 8,8°C'tir. Kaz Dağlarında *Ferulago humili-Pinetum brutiae*, *Digitalo trojani-Pinetum nigrae*, *Rubo caesei-Fagetum orientale* ( *Fagetosum orientale* ve *Abietosum equi-trojani* alt birlikleri), *Osmundo regali-Castanetum sativae*, *Erco arborea-Quercus ibericae*, *Onopordo anatolici-Prunetum divaricatae* ve *Ulmo glabrae-Carbinetum betuli* olmak üzere 7 bitki birliği tespit edilmiştir (Özel, 1999). Yükselti-iklim kuşağı ayırımında ise Kızılçam ve Karaçam kuşaklarından oluşan iki ana kuşağın olduğu, bunların arasında bir geçisin bulunduğu, bu kuşakların da kendi içlerinde alt, orta ve üst olmak üzere alt kuşaklara ayrıldığı, ayrıca Doğu Kayını – Kazdağı Göknarı kuşağının kuzey bakılı, dik ve nemli havanın (sis oluşumu) yaslandığı dağlık arazide ve yer yer dere vadilerinde bulunduğu belirtilmiştir (Kantarıcı, 1996; Kantarıcı ve Sevgi, 1997).

### 2.2. Yöntem

Çalışma Kazdağları dağlık kütleğinde 600, 1000 ve 1430 m yükseltelerde seçilen 3 alanda gerçekleştirilmiştir. Örnek alanlardaki yükselti farklılıkları bitki türlerinin dağılımına da önemle yansımıştır. Zira 600 m yükseltide *Cephalanthera longifolia* (L.) K. Fritsch, *Cephalanthera rubra* (L.) L.C.M: Richard, *Galium asphodeloides* Burm., *Digitalis trojana* Ivan., *Geranium* sp., *Verbascum* sp., *Vicia* sp., *Doronicum orientale* Hoffm., *Asparagus acutifolius* L., *Styrax officinalis* L., *Viola sieheana* Becker ve *Veronica cymbalaria* Bodard türleri bulunurken, 1000 m yükseltide *Lathyrus laxiflorus* (Desf.) O., Kuntze subsp. *laxiflorus* (Desf.) O. Kuntze, *Limodorum abortivum* (L.) Swartz ve *Pyrola chlorantha* Swartz türleri ile 1430 m yükseltide *Vaccinium myrtillus* L., *Salvia fruticosa* Miller, *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Veronica* sp. ve *Silene anatolica* Melzheimer türleri yayılış göstermektedir. Seçilen yükseltilerdeki alanlara azot mineralleşmesinin izlenmesi için tüpler yerleştirilmiştir. Örnek alanların büyüklükleri en az 1000 m<sup>2</sup> büyüklüğünde seçilmiştir. İlk örnekler tüplerin yerleştirildiği 3 Mart 2011 günü alınmış, ikinci örnekleme 22 Nisan 2011 ve üçüncü örnekleme ise 9 Haziran 2011 tarihinde olmak üzere toplam 99 günlük izleme yapılmıştır.

Yukarıda bahsedilen yükseltilerden 1'er tane alan seçilmiş ve bu alanlar içerisinde 13 noktaya 3'er tane olmak üzere 39 adet pvc tüp yerleştirilmiştir. Bunun dışında ayrıca 3 ayrı noktaya da 1 yerli : 1 standart toprak, 1 yerli : 5 standart toprak ve sadece standart topraktan oluşan 13'erli tüpler yerleştirilmiş ve %10'a kadar nemlendirilmiştir. Deneylikte yapılan izlemeler için 10 g firın kurusu ağırlığa karşılık gelecek miktarda topraklar polietilen kaplara tartılıp ve %60 doygunluk nemine kadar doyurulan kapların üzeri streç film ile kaplanmış ve 20°C sıcaklık ve %60 bağıl hava nemi koşullarında 29 gün bekletilmiştir (Hart ve ark., 1994). Toprak örneklerinin tane çapları Bouyoucous hidrometre metodu ile belirlenmiştir. Toprak türlerinin belirlenmesi uluslararası tane çapları sınıflarına göre yapılmıştır (Karaöz, 1992; Gülçur, 1974).

Toprak örneklerinin reaksiyonu cam elektrodlu pH metre ile ölçülmüştür. Aktüel asitlik için 1/2.5 oranında saf su ile muamele edip ölçme yapılmıştır (Mc Lean, 1982). Toprak örnekleri 0.25 mm'lik elekten geçirildikten sonra organik karbon içerikleri Walckley-Black ıslak yakma yöntemi ile (Nelson ve Sommers, 1982) ve toplam azot içerikleri Semi-Mikro Kjeldhal metoduna göre Buchi otomatik Kjeldahl Unit K-370 cihazında belirlenmiştir (Jackson, 1962; Bremner ve Mulvaney, 1982).

Amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) ve nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )+nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) mineralleşmesi ve nitrat üretiminin tayini arazide üstü kapalı silindir yöntemine göre yapılmıştır (Hart ve ark., 1994). Yöntemin esas arazide yerinde beklemeye bırakılan toprak örnekleri izlemenin yapılabilmesi maksadıyla 25 cm uzunluğunda 5 cm iç çapında PVC boruların toprağa sokulması ve üzerinin gaz alışverişine izin veren ve yıkanmayı engelleyen streç film ile kapatılmasından oluşmaktadır. Bu halde arzu edilen müddet boyunca beklenen toprak örnekleri bekletilmeye başlamadan önce ve bekletme bittikten sonra 2 M KCl ile değiştirilebilir olarak tutulan amonyum tayin edilmektedir. Son değer ile ilk değer arasındaki fark ise net mineralleşme miktarı olarak kabul edilmektedir. Aynı şekilde nitrit+nitrata ait ilk ve son değerlerin belirlenip arasındaki farkın alınması ile net nitrat üretimi miktarı belirlenmiş olmaktadır.

Toprak inorganik azot miktarı Foss Fiastar 5000 cihazında amonyum ve nitrat + nitritin ( $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ ) belirlenmesiyle tespit edilmiştir.

### 2.3. İstatistik değerlendirme

İstatistiksel değerlendirme; tanımlayıcı

istatistikler olan, ortalama, ortalamanın standart hatası, en düşük, en yüksek ve genlikleri belirlenerek yapılmıştır. Ayrıca karşılaştırmalarda toplumların normallik testi Kolmogorov Smirnov testi ile yapılmış daha sonra normal toplumlarda varyansların homojenliği test edilmiştir. Normal dağılım gösteren ve varyansları homojen olanlarda Tukey HSD testi, olmayanlarda Dunnett T3 testi uygulanmıştır. Bu analizler SPSS 13v paket programında yapılmıştır (Özdamar, 2002; Timm, 2002; Leech ve ark., 2004).

## 3. Bulgular

### 3.1. Genel toprak özelliklerine ait bulgular ve değerlendirme

İzlemeye tâbi tutulan toprakların fiziksel özellikleri birbirine yakın olup standart toprak malzemenin pH'sı alkalen iken toplam azot içeriği %0.383 ve organik karbon miktarı ise %2.878'dir. 600 m, 1000 m ve 1430 m yükseltelerde seçilen alanların pH'larının ise yükselti arttıkça asitleştiği, organik madde miktarının ve azot içeriğinin de nispeten arttığı görülmektedir (Tablo 1, Table 1). 1000 m ve 1430 m yükseltelerdeki anakayaların asit topraklar veren mikaşist anakayalarından oluşması ve 600 m yükseltideki anakayanın kireçtaşı olması pH'ların alt yükselti basamağında yüksek olmasının asıl nedenini oluşturmaktadır.

Farklı yükseltilerden alınan yerli toprakların toplam azot miktarları ile toplam organik karbon miktarları daha fazla olmasına karşılık bekletme deneyinde kullanılan standart özellikteki toprak malzemeye ait mineral azot miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2, Table 2, – 3 Mart 2011 dönemine ait amonyum-N havuz değerleri). Bununla birlikte deneylikte yapılan bekletme çalışması sonucunda amonyum mineralleşme miktarının standart toprak karışımının gerçekleştirildiği topraklarda alındığı yükseltiye bağlı olmaksızın hepsinde mineral azot tutulması tespit edilmiştir (Şekil 1, Figure 1).

### 3.2. Deneylikte yapılan bekletme çalışmaları

Deneylikte bekletme süreçleri sonucunda azot mineralleşmesi olayı büyük oranda mineral azotun mikrobiyal tutulması akıbetiyle sonuçlanmıştır (Şekil 1, Figure 1). Yerli topraklarda ise mineral azot

Kaz Dağlarında Yükseltiye Bağlı Azot Mineralleşmesinin Değişimi

havuzunun düşük olmasına rağmen bekletme ve yıkanmalardan uzaklaşmanın engellenmesinin Tablo 1. Örnekleme alanlarından alınan ve bekleme bırakılan yerli toprak ve karışımli toprakların bazı genel özellikleri.

Table 1. Some general properties of sampled and incubated soils.

Yükselti (m)	Örnek sayısı	Kum %	Toz %	Kil %	pH	Toplam Azot %	Organik Karbon %	
Standart toprak	2	69	16	15	7,85	0,383	2,878	
600	0-5cm	2	79	14	7	7,00	0,733	13,373
	5-10cm	2	64	19	17	6,83	0,221	3,330
	1y:1s*	2	69	16	15	7,48	0,388	4,003
	1y:5s	2	71	14	15	7,61	0,388	3,597
	1000	0-5cm	2	67	20	13	6,27	0,261
1000	5-10cm	2	63	22	15	6,16	0,221	3,998
	1y:1s	2	71	15	14	7,14	0,417	3,567
	1y:5s	2	70	17	13	7,58	0,410	3,092
	1430	0-5cm	2				4,38	1,238
5-10cm		2	81	8	11	4,11	0,332	6,876
1y:1s		2	75	13	12	7,01	0,422	4,469
1y:5s		2	71	14	15	7,49	0,439	4,170

\*1y:1s: 1 birim hacim yerli toprak:1 birim hacim standart toprak, 1y:5s: 1 birim hacim yerli toprak:5 birim hacim standart toprak.

Tablo 2. Örnekleme dönemlerine ait amonyum azotu havuz değerleri (mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N kg<sup>-1</sup>) (p<0.05 Dunnett's T3).  
Table 2. Ammonium-N pools of soils for sampled dates (mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N kg<sup>-1</sup>) (p<0.05 Dunnett's T3).

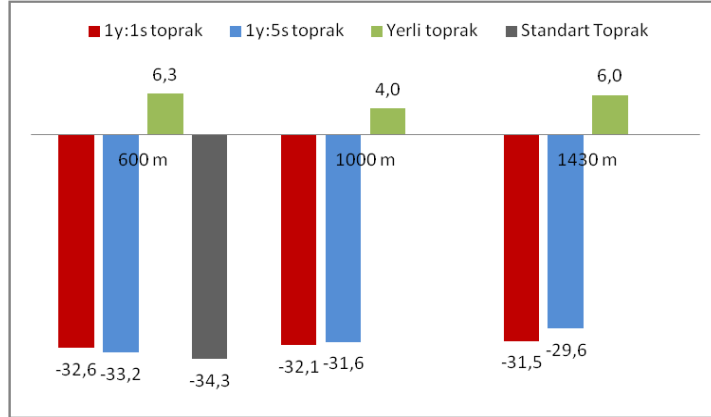
Örnekleme Dönemi	Örnek Tipi	Örnek Sayısı	600 m	1000 m	1430 m
3 Mart 2011	Standart toprak*	10	42,06 <sup>c</sup> ±0.28	42,06 <sup>c</sup> ±0.28	42,06 <sup>c</sup> ±0.28
	1y:1s toprak	10	43,07 <sup>c</sup> ±0.34	42,40 <sup>c</sup> ±0.38	41,60 <sup>c</sup> ±0.34
	1y:5s toprak	10	43,36 <sup>c</sup> ±0.41	41,97 <sup>c</sup> ±0.36	41,21 <sup>c</sup> ±0.30
	Yerli toprak	10	12,51 <sup>b</sup> ±0.51	7,08 <sup>a</sup> ±1.20	7,26 <sup>a</sup> ±0.60
22 Nisan 2011	Standart toprak	7	8,11 <sup>a</sup> ±0.69	7,00 <sup>a</sup> ±0.48	-----**
	1y:1s toprak	7	13,72 <sup>abc</sup> ±1.52	9,69 <sup>ab</sup> ±0.93	-----
	1y:5s toprak	7	10,16 <sup>ab</sup> ±1.21	6,47 <sup>a</sup> ±0.58	19,99 <sup>c</sup> ±2.04
	Yerli toprak	7	17,15 <sup>bc</sup> ±1.49	9,38 <sup>ab</sup> ±0.83	14,37 <sup>abc</sup> ±2.08
9 Haziran 2011	Standart toprak	7	20,79 <sup>abc</sup> ±2.13	16,85 <sup>ab</sup> ±2.48	-----
	1y:1s toprak	7	24,47 <sup>bc</sup> ±0.90	18,24 <sup>abc</sup> ±1.05	-----
	1y:5s toprak	7	19,87 <sup>abc</sup> ±2.68	15,50 <sup>a</sup> ±1.06	22,44 <sup>abc</sup> ±1.38
	Yerli toprak	7	25,22 <sup>bc</sup> ±1.08	25,33 <sup>cd</sup> ±2.31	32,51 <sup>d</sup> ±0.31

sağlandığı koşullarda amonyum-N birikiminin olduğu görülmektedir (Şekil 2, Figure 2) Ancak nitrat üretimi miktarlarına bakıldığında yükseltiye

bağlı olmaksızın ve en yüksek nitrat üretimi miktarı 1y:1s karışımında olmak üzere 600 m'de tespit edilmiştir. Yerli topraklarda ise nitrat üretimi

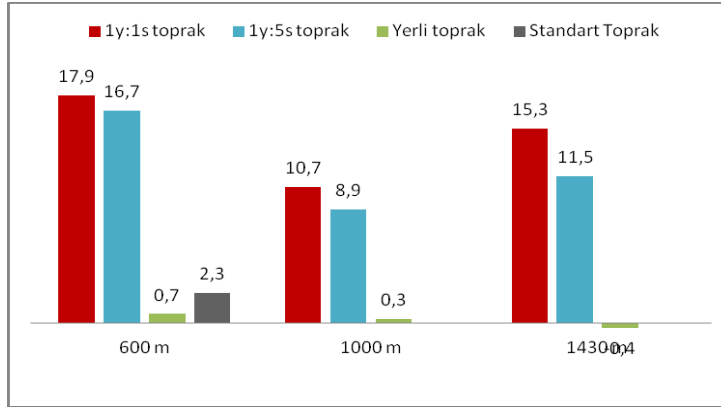
miktarının çok düşük ama genelde pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2, Figure 2). Standart toprak malzemesindeki nitrat üretimi miktarı karışık malzemelerden belirgin bir şekilde daha düşüktür. Dolayısıyla yerli topraklardaki nitrat bakterilerinin

amonyumu nitrata dönüştürdüğünü ancak standart toprakta aynı canlı toplumu desininin bulunmaması standart topraktaki nitrat üretimi miktarının çok düşük olmasına neden olmuştur.



Şekil 1. Deneylikte amonyum-N mineralleşme miktarları ( $\text{mg NH}_4^+-\text{N kg}^{-1} 29 \text{ gün}^{-1}$ ).

Figure 1. Ammonium-N mineralization amounts of soils incubated at laboratory ( $\text{mg NH}_4^+-\text{N kg}^{-1} 29 \text{ d}^{-1}$ ).



Şekil 2. Deneylikte nitrat üretimi miktarları ( $\text{mg NO}_3--\text{N kg}^{-1} 29 \text{ gün}^{-1}$ ).

Figure 2. Nitrification amounts of soils incubated at laboratory ( $\text{mg NO}_3--\text{N kg}^{-1} 29 \text{ d}^{-1}$ ).

### 3.3. Yerinde bekletme ile amonyum-N mineralleşmesi

Çizelge 2 ve 3'te 3 Mart 2011 dönemi amonyum-N ve nitrat-N havuzu miktarlarına bakıldığında görüleceği üzere karışıma giren topraklardaki ilk amonyum-N ve nitrat-N miktarları belirgin bir anlamlılıkla yüksek olup yerli topraklarda nitrat-N hemen hemen hiç bulunmamaktadır.

Yerinde bekletme ile elde edilen sonuçlara göre standart toprak malzemesinin 51 günlük yerinde bekletilmesi sonucu yükselti basamakları arasında istatistik olarak belirgin farklılıklar elde

edilmiş olup 600 ve 1000 m aynı grupta yer alırken 1430 m yükseltideki değerler diğerlerinden farklılık göstermektedir (Tablo 2, Table 2). Elde edilen sonuçlara göre karışım hâline getirilen topraklarda 22 Nisan 2011 dönemine kadar yapılan yerinde bekletme sonucunda amonyum-N mineralleşme miktarlarının yükseltiye bağlı olmaksızın mikrobiyal azot tutulması ile sonuçlandığı ortaya çıkmaktadır (Tablo 4, Table 4). Yerli topraklarda yükseltiye bağlı olmaksızın pozitif yönde azot mineralleşmesi miktarları tespit edilmiş ve muhtemelen söz konusu olabilecek mikrobiyal azot tutulmasına uğramamıştır (Tablo 4, Table 4). Karışıma tâbi tutulan topraklardaki negatif yönde hâsil olan muhtemel

Kaz Dağlarında Yükseltiye Bağlı Azot Mineralleşmesinin Değişimi

mikrobiyal azot tutulması karışımı oluşturan standart topraktaki mikrobiyal canlı kütle içeriğinden kaynaklanmış olma ihtimali yüksektir.

Haziran ayı sonunda elde edilen amonyum-N mineralleşme miktarları incelendiğinde ise deneylikte bekletme sonucu elde edilen sonuçlara ve 51 günlük yerinde bekletme sonuçlarına paralel

sonuçlar elde edilmiş olup karışım topraklarında ve standart toprakta yüksek bir mikrobiyal tutulma ile amonyum-N kaybı tespit edilmiştir (Çizelge 4, Table 4).

Tablo 3. Örnekleme dönemlerine ait nitrat-N havuz değerlerinin yükseltiye bağlı olarak değişimi (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> -N kg<sup>-1</sup>) (p<0.05 Dunnett's T3).

Table 3. Nitrate-N pools of soils for sampled dates (mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> -N kg<sup>-1</sup>) (p<0.05 Dunnett's T3).

Örnekleme Dönemi	Örnek Tipi	Örnek Sayısı	600 m	1000 m	1430 m
3 Mart 2011	Standart toprak*	10	77,67 f±0.31	77,67f±0.31	77,67 f±0.31
	1y:1s toprak	10	69,73 e±0.68	65,9 b±0.56	67,02 bc±0.34
	1y:5s toprak	10	68,37 cde±0.32	67,65 bcd±0.36	69,27 de±0.43
	Yerli toprak	10	-0,61 a±0.68	-0,28 a±0.14	-0,18 a±0.85
22 Nisan 2011	Standart toprak	7	77,57 a±1.83	70,69 a±1.44	-----**
	1y:1s toprak	7	75.85 a±5.10	72.23 a±1.05	-----
	1y:5s toprak	7	84,45 a±2.14	75,12 a±1.60	44,64 b±11.49
	Yerli toprak	7	2,51 c±1.12	0,58 c±0.24	-0,38bc±0.02
9 Haziran 2011	Standart toprak	7	108,61 abc±2.13	119,16 ab±2.48	-----
	1y:1s toprak	7	105,32 bc±0.90	78,20 abc±1.05	-----
	1y:5s toprak	7	117.69 abc±2.68	111.02 a±1.06	115.66 abc±1.38
	Yerli toprak	7	15,61 bc±1.08	6,84 cd±2.31	0,80 d±0.31

(\*) Standart toprak malzemesi ilk yerleştirildiği zaman değişikliğe uğramadığı için tüm yükseltilerdeki değerleri aynıdır. (\*\*) Deney koşulları bozulduğu için iptal edilmiştir.

Tablo 4. 51 ve 99 günlük mineralleşme ve nitrat üretimi miktarlarının yükseltiye bağlı olarak değişimi (p<0.05 Dunnett's T3).

Table 4. 51d and 99d mineralization and nitrification rates due to altitude (p<0.05 Dunnett's T3).

	Örnekleme Dönemi	Örnek Tipi	Örnek Sayısı	600 m	1000 m	1430 m
mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> N kg <sup>-1</sup>	51 gün	Standart toprak	7	-33,94 <sup>a</sup> ±0.69	-35,05 <sup>a</sup> ±0.48	-----
		1y:1s toprak	7	-29,35 <sup>a</sup> ±1.52	-32,71 <sup>a</sup> ±0.94	-----
		1y:5s toprak	7	-33,20 <sup>a</sup> ±1,21	-35,50 <sup>a</sup> ±0,58	-21,21 <sup>b</sup> ±2,04
		Yerli toprak	11	4,64 <sup>c</sup> ±1,49	2,31 <sup>c</sup> ±0,83	7,11 <sup>c</sup> ±2,08
mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N kg <sup>-1</sup>	99 gün	Standart toprak	7	-21,26 <sup>a</sup> ±2,13	-25,20 <sup>a</sup> ±2,48	-----
		1y:1s toprak	7	-18,60 <sup>a</sup> ±0,90	-24,15 <sup>a</sup> ±1,05	-----
		1y:5s toprak	7	-23.48 <sup>a</sup> ±2,68	-26.46 <sup>a</sup> ±1,06	-18,77 <sup>a</sup> ±1,38
		Yerli toprak	7	12,71 <sup>b</sup> ±1,08	18,25 <sup>bc</sup> ±2,31	25,26 <sup>c</sup> ±0,31
	51 gün	Standart toprak	7	-0,10 <sup>a</sup> ±1.83	-6,98 <sup>ab</sup> ±1.44	-----*
		1y:1s toprak	7	6,11 <sup>a</sup> ±5.10	6,30 <sup>a</sup> ±1.05	-----
		1y:5s toprak	7	16,09 <sup>a</sup> ±2.14	7,47 <sup>a</sup> ±1.60	-24,63 <sup>b</sup> ±11.49
		Yerli toprak	11	3,12 <sup>a</sup> ±1.12	0,86 <sup>a</sup> ±0.24	-0,20 <sup>a</sup> ±0.02
	99 gün	Standart toprak	7	30,94 <sup>i</sup> ±0.98	41,49 <sup>g</sup> ±1.16	-----
		1y:1s toprak	7	8,46 <sup>d</sup> ±1.28	39,39 <sup>g</sup> ±1.01	-----
		1y:5s toprak	7	49,34 <sup>j</sup> ±0.79	43,36 <sup>hi</sup> ±0.57	46,38 <sup>j</sup> ±1.37
		Yerli toprak	7	16,20 <sup>e</sup> ±0.53	7,13 <sup>d</sup> ±0.10	0,99 <sup>c</sup> ±0.10

\*Deney koşulları bozulduğu için iptal edilmiştir

### 3.4. Yerinde bekletme ile nitrat-N üretimi

51 günlük izlemenin sonuçlarına göre 2011 Nisan'da alınan örneklerde yerinde bekletmede 600 ve 1000 m yükseltilerindeki alanlarda düşük de olsa pozitif yönde nitrat üretimi ancak 1430 m yükseltideki alanda hem yerli topraklarda hem de karışım oluşturulan topraklarda eksi yönde bir nitrat-N birikimi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4, Table 4). Standart toprağımızın ilk nitrat-N miktarı yerli topraktan çok yüksek olduğu için karışım oranlarına göre de diğer karışımların içeriklerinde de ilk nitrat N miktarları yüksek bulunmaktadır. (Tablo 3, Table 3). Yerli topraklarda ise ilk nitrat – N değerleri çok düşük bulunmuştur (Tablo 3, Table 3). 51 günlük izlemenin sonucunda daha düşük ancak 99 günlük izlemenin sonucunda tüm yükseltelerde ve karışık ve yerli topraklarda pozitif nitrat üretimi değerleri elde edilmiştir (Tablo 4, Table 4).

Nitrat üretimi karışım topraklarında kendine mahsus özelliklerine bağlı sonuçlar vermiş, yerli topraklar yükselti etkisinin baskın olduğu kabul edilirse o halde yükseltiden kaynaklanan iklimsel koşulların özelliklerine bağlı sonuçlar verdiği sonucuna varılabilir.

### 4. Tartışma ve Sonuç

Elde edilen sonuçlara göre mineral azot oluşumu üzerindeki sıcaklık etkisi kesin bir biçimde ortaya konulamamakla birlikte yerli toprakların kendine özgü öz niteliklerinin mineral azot dönüşümlerine daha hassas olduğu belirlenmiştir. Yüksek dağlık arazilerdeki yağış dinamikleri itibarıyla yıkanmanın da daha fazla olması beklenmekte ve bu durum dağlık alanlardaki mineralleşme olayları sonucunda meydana gelebilecek fazla yıkanmaların da kaynağını oluşturabilmektedir. Mineralleşme miktarlarının yüksek olması muhtemel yıkanma miktarını da arttırabilmektedir (Sasser ve Binkley, 1989). Yerli toprakların azot mineralleşmesi miktarları yüksek olmadığı için Kaz dağları bu bakımdan bir risk taşımamaktadır.

Yükseltinin sıcaklık etkisinden dolayı farklı yükseltelerde bulunan alanlardaki azot mineralleşmesi miktarları da farklı olabilmektedir (Kitayama ve ark., 1998). Ancak deneylik koşullarında aynı topraklar bekletme deneylerine tâbi tutulduğunda böylece toprakların sadece kendi özelliklerinden kaynaklanan mineralleşme

potansiyelleri ortaya konulmuş olabilecektir (Hart ve Perry, 1999). Deneylikte yapılan bekletme çalışmalarından elde edilen sonuçlara göre yükselti etkisi olmaksızın topraklar aynı koşullar altında mineralleşme bakımından benzer sonuçlar verirken, nitrat üretimi bakımından karışım toprakları standart topraktan daha yüksek nitrat üretimi görülmüştür. Standart ve karışım topraklarında fazlaca mikrobiyal azot tutulmasının olması deneylik koşullarının mineralleşmeden ziyade tutulma ile sonuçlanmasına neden olmuştur. Tecimen ve Sevgi (2010) meşe ormanı alanlarından alınan toprakların deneylik koşullarında mineralleşme ve nitrat üretimi sonuçları sırasıyla 16.655 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N kg<sup>-1</sup> 29 gün<sup>-1</sup> ve 0.475 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> -N kg<sup>-1</sup> 29 gün<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Tecimen ve Kavgacı (2011) kızılçam topraklarında deneylik koşullarında 8.48 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N kg<sup>-1</sup> 28 gün<sup>-1</sup> mineralleşme elde edilmiştir. Yerli topraklarda elde edilen sonuçlar önceki çalışmalar ile benzerlikler göstermekte ancak standart ve karışım topraklarının nitrat üretimi değerleri önceki çalışmalardan daha yüksek bulunmuştur. Standart toprakta daha düşük nitrat üretimi miktarının elde edilmesi standart topraklara yerli toprak karıştırılması ile yerli topraklardaki nitratlaştırıcı bakterilerin aşılmasından kaynaklanan etkiyi belirginleştirmektedir.

Yükseltinin mineralleşme üzerine etkisi sıcaklığa bağlı olarak mikroorganizma faaliyetlerinin azalması veya artması yönünde görülmekte veya beklenmektedir (Bonito ve ark., 2003). Bu çalışmada standart toprak kullanılması çalışma alanında seçilen deneme alanlarının kendi topraklarının özelliklerinin etkisi olmaksızın salt yükseltinin etkisi ile gerçekleşen mineralleşme ve nitrat üretimi miktarının etkisini ortaya koymayı hedeflemiştir. Standart toprağın toplam azot içeriği çok yüksek olmamakla birlikte başlangıçtaki (3 Mart 2011 dönemine ait örnek içerikleri Bkz. Tablo 2, Table 2) mineral azot içeriğinin yüksek olması daha yüksek miktarlarda mineralleşmeyi (Vourlitis ve ark., 2007) sağlayamamıştır. Genellikle önce yüksek bir azalma ve daha sonra ise çok düşük bir artış gösteren ancak nihayet 99 günlük bekletme deneyi sonucunda yüksek bir mikrobiyal tutulma ile sonuçlanmıştır.

Genel olarak 3 yükseltide de toprakların organik maddece çok zengin olmasından dolayı yerli topraklardaki toplam azotun muhtevası çok yüksek çıkmış olmalıdır. Buna bağlı olarak da yerli topraklardaki toplam azot miktarı büyük bir nispete organik azot kompartmanı ile kaplı olabilir. Nitekim toplam azot miktarı; izleme süresi sonunda



yıkanmaya maruz bırakılmayan yerli topraklarda organik azotun peyderpey mineral azot oluşumuna hâsıl olduğu belirlenmiştir. Yerli toprakların yüksek miktarda toplam azot içeriğine rağmen daha düşük ilk mineral azot varlığına sahip olduğu ve buna karşın daha fazla mineral azot oluşumu meydana getirdiği tespit edilmiştir. Daha düşük nitrat-N tutulması ve aynı zamanda yüksek bir amonyum-N mineralleşmesine bağlı olarak daha fazla nitrat üretimi sonuçları elde edilmiştir. Karışıma konu edilen topraklardaki ilk amonyum-N ve nitrat-N miktarlarının yüksek oluşu standart toprağın kendisine özgü olan mineral azot içeriklerinden kaynaklandığını göstermektedir. Karışıma giren topraklardaki ilk amonyum-N ve nitrat-N miktarları belirgin bir anlamlılıkla yüksek olup yerli topraklarda nitrat-N hemen hemen hiç bulunmamaktadır (3 Mart 2011 dönemine ait örnek içerikleri Tablo 2 ve 3, Table 2 and 3). Nitrat azotu birikimi 1000 m yükseltideki alanlarda 600 m yükseltideki alanlardan daha fazla olmuştur. Örnekleme dönemi itibarıyla dağın zirvesindeki soğuk hava kütlelerinin sürekli olarak aşağıya doğru akması alt rakımlardaki hava sıcaklığının üst rakımlardan daha fazla düşmesine neden olabilmektedir. Bu da alt yükseltide oluşan mikro-iklim koşullarına bağlı olarak nitrat azotu birikimini azaltmıştır.

Elde edilen bulgulara göre deneylikte yapılan bekletme ile elde edilen sonuçlara göre standart ve karışım topraklarında amonyum-N birikim mikrobiyal tutulma ile yerli topraklarda ise mineralleşme gerçekleşmiştir. Nitrat-N birikimi yerli topraklarda daha düşük ( $-0.4-0.7 \text{ mg NO}_3^- \text{-N kg}^{-1} \text{ 29 gün}^{-1}$ ) standart ve karışım topraklarında daha yüksek ( $2.3-17.9 \text{ mg NO}_3^- \text{-N kg}^{-1} \text{ 29 gün}^{-1}$ ) olmuştur. 99 günlük yerinde bekletme sonucunda standart ve karışım topraklarında negatif yönde amonyum-N, yerli topraklarda ise  $12.7-25.26 \text{ mg NH}_4^+ \text{-N kg}^{-1}$  arasında amonyum-N birikimi tespit edilmiştir. Haziran ayı sonunda 99 günlük yerinde bekletme sonucu hemen bütün topraklarda nitrat-N birikimi olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; (1) yüksek amonyum-N varlığı nitrat-N birikimine neden olmuştur. (2) Standart ve karışık toprak malzemesinin yerli topraktan daha düşük bir organik azot içeriğine sahip olması, standart ve karışım topraklarında mineralleşmenin oluşmasına izin vermemiştir. (3) Deneylikte yapılan bekletme ile standart toprakta daha düşük nitrat-N oluşumu, standart toprakta daha az nitrat bakterisi bulunduğuna işaret etmektedir. (4) Yükseltinin amonyum-N birikimine etkisi belirgin olmamıştır.

Çünkü bekletmeye konu edilen topraklardaki mineral azot fazlalığı mineralleşmeye değil mikrobiyal tutulmaya uğramıştır. (5) Nitrat-N birikimi yeryüzü şeklinden kaynaklanan mikro-iklim etkisiyle yükseltiye koşut olarak artmıştır.

## Teşekkürler

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 11925 numaralı proje ile desteklenmiştir. Projenin arazi çalışmalarının yürütülmesi için kolaylık gösteren ve yardımlarını esirgemeyen Kazdağı Milli Parkı Şefi Orm. Müh. Şener KESER'e teşekkürlerimizi sunarız.

## References

- Aber, J.D., Nadelhoffer, K.J., Steudler, P. and J.M. Melillo, 1989.** Nitrogen Saturation in Northern Forest Ecosystems. *BioScience* 39(6): 378-386.
- Akyürek, B. And Y. Sosyal, 1980.** Biga Yarımadası ve Güneyinin 1/100000 Ölçekli Kompilasyonu. M.T.A. Jeoloji Dairesi. sf: 13, 1 Harita.
- Ata, C. 1975.** Kazdağı Gökarnının Türkiye'deki yayılış ve silvikültürel Özellikleri, 155 sayfa, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Berendse, F. 1990.** Organic matter accumulation and nitrogen mineralization during secondary succession in heathland ecosystems. *Journal of Ecology*. 78: 413-427.
- Bertrand, I., O. Delfosse and B. Mary, 2007.** Carbon and nitrogen mineralization in acidic, limed and calcareous agricultural soils: Apparent and actual effects. *Soil Biology and Biochemistry*. 39: 276-288.
- Bonito, G.M., D.C. Coleman, B.L. Haines and M.L. Cabrera, 2003.** Can nitrogen budgets explain differences in soil nitrogen mineralization rates of forest stand along an elevation gradient? *Forest Ecology and Management*. 176: 563-574.
- Bremner, J.M. and C.S. Mulvaney 1982.** Nitrogen – Total. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods Of Soil Analysis*. Part 2. Chemical And Microbiological Properties Second Edition. Soil Science Society Of America Inc. Madison, Wisconsin, Usa, pp:

595-624.

- Breuer, L., R. Kiese, and K. Butterbach-Bahl, 2002.** Temperature and moisture effects on nitrification rates in tropical rain-forest soils. *Soil Science Society of America Journal*. 66: 834-844.
- Choromanska, U. and T.H. DeLuca 2002.** Microbial activity and nitrogen mineralization in forest mineral soils following heating: Evaluation of post-fire effects. *Soil Biology and Biochemistry*. 34: 263-271.
- Cookson, W.R., D.A Abaye, Marschner, P., Murphy, D.V., E.A. Stockdale and K.W.T. Goulding, 2005.** The contribution of soil organic matter fraction to carbon and nitrogen mineralization and microbial community size and structure. *Soil Biology and Biochemistry*. 37: 1726-1737.
- Ercan, T., M. Satır, G. Steinitz, A. Dora, E. Sarıfakıoğlu, C. Adis, H. Walter, and T. Yıldırım, 1995.** Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan Adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer Volkanizmasının Özellikleri. *MTA Dergisi*. 117: 55 – 86.
- Finzi, A.C., N. Van Breemen and C.D. Canham, 1998.** Canopy tree-soil interactions within temperate forests: species effects on soil carbon and nitrogen. *Ecological Applications*. 8 (2): 440-446.
- Galloway, J. N., W. H. Schlesinger, H. Levy II, A. Michaels and J. L. Schnoor. 1995.** Nitrogen fixation: atmospheric enhancement—environmental response. *Global Biogeochemical Cycles*. 9:235–252
- Giardina, P.C., M.G. Ryan, R.M. Hubbard and D. Binkley, 2001.** Tree species and soil textural controls on carbon and nitrogen mineralization rates. *Soil Science Society of America Journal*. 65, 1272-1279.
- Gülçur, F. 1974.** Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. Kutulmuş Matbası, İstanbul.
- Hart, S.C. and D.A. Perry, 1999.** Transferring soils from high- to low-elevation forests increases nitrogen cycling rates: climate change implications. *Global Change Biology*. 5: 23-32.
- Hart, S.C., J.M. Stark, E.A. Davidson and M.K. Firestone, 1994.** Nitrogen Mineralization, Immobilization, And Nitrification. In: Weaver, R. W., Angle, S., Bottomley, P., Bezdicek, D., Smith, S., Tabatabai, A., Wollum, A., (Eds.), *Methods Of Soil Analysis. Part 2. Microbiological And Biochemical Properties. Soil Science And Society Of America, Madison, Wi, Usa, Pp. 985-1018.*
- Hassink, J. 1992.** Effects of soil texture and structure on carbon and nitrogen mineralization in grassland soils. *Biology and Fertility of Soils*. 14(2): 126-134.
- Jackson, M. L. 1962.** *Soil Chemical Analysis.* Constable And Company Ltd., London, England.
- Kantarçı, M.D. and O. Sevgi, 1997.** Biga Yarımadası'nda Yetiştirme Ortamı Bölgesel Özellikleri ile Ağaç ve Çalı Türlerinin Yayılışı Arasındaki İlişkiler. İ.Ü. Araştırma Fonu Proje Nu: 881 / 090896, sf: 100.
- Kantarçı, M.D. 1996.** Biga Yarımadası'nda Ekolojik Faktörler İle Ağaç Türlerinin Yayılışı Arasındaki İlişkiler. Yerleşim ve Çevre Sorunları: Çanakkale İli 9-13 Eylül 1996, sf: 1-19
- Karaöz, Ö. 1992.** Toprakların su ekonomisine ilişkin bazı fiziksel özelliklerinin laboratuvarında belirlenmesi yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri B*. 39 (3): 133 – 144.
- Kitayama, K., S-I. Aiba, N. Majalap-Lee and M. Ohsawa, 1998.** Soil nitrogen mineralization rates of rainforests in a matrix of elevations and geological substrates on mount Kinabalu, Borneo. *Ecological Research*. 13: 301-312.
- Klopatek, J.M. 1987.** Nitrogen mineralization and nitrification in mineral soils of Pinyon-Juniper ecosystems. *Soil Science Society of America Journal*. 51:453-457.
- Leech, N.L., K.C. Barrett and G.A. Morgan, 2004.** *Spss For Intermediate Statistics.* Lawrence Erlbaum Associates, Publishers London, ISBN:0-8058-4790-1.
- Mc Lean, E.O. 1982.** Soil Ph And Lime Requirement. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods Of Soil Analysis. Part 2. Chemical And Microbiological Properties Second Edition.* Soil Science Society Of America Inc. Madison, Wisconsin, Usa, Pp: 159-224.
- Merilä, P., R. Strömmer, H. Fritze, 2002.** Soil microbial activity and community structure along a primary succession transect on the land-uplift coast in western Finland. *Soil Biology & Biochemistry*. 34: 1647–1654.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers, 1982.** Total

- Carbon, Organic Carbon, And Organic Matter. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods Of Soil Analysis. Part 2. Chemical And Microbiological Properties* Second Edition. *Soil Science Society of America Inc. Madison, Wisconsin, Usa*, Pp: 539-579.
- Özdamar, K. 2002.** SPSS ve Minitab Paket Programları ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Cilt I ve II, ISBN: 975 – 6787 – 00 – 7.
- Özel, N. 1999.** Kaz Dağları Orman Vegetasyonu Üzerine Fitososyolojik ve Fitoekolojik Araştırmalar. Orman Bakanlığı Yayın Nu:77, Ege Or. Müd. Yayın Nu: 15, sf: 81, ISSN 1300 – 9508.
- Price, M.F. 2005.** Forests in sustainable mountain development. In: *Global Change and Mountain Regions* (Eds: U M Huber ve ark.) s: 521-529. Printed in Netherlands, Springer.
- Ross, D.S., G.B. Lawrence and G. Fredriksen, 2004.** Mineralization and nitrification patterns at eight northeastern USA forested research sites. *Forest Ecology and Management*. 188: 317-335.
- Rustad, L.E., J.L. Campbell, G.M. Marion, R.J. Norby, M.J. Mitchell, A.E. Hartley, J.H.C. Cornelissen, J. Gurevitch and Gcte-News 2001.** A meta-analysis of the response of soil respiration, net nitrogen mineralization, and aboveground plant growth to experimental ecosystem warming. *Oecologia*. 126:543–562.
- Sasser, C.L. and D. Binkley, 1989.** Nitrogen mineralization in high-elevation forests of the Appalachians. II. Patterns with stand development in fir waves. *Biogeochemistry*. 7: 147-156.
- Sevgi, O. 2003.** Bayramiç İşletmesi'nde (Kaz Dağları) Karaçam'ın (Pinus nigra Arnold.) Yükseltiye Göre Büyüme Beslenme İlişkileri. İstanbul Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Sevgi, O. and H.B. Tecimen, 2007.** Kazdağları'nın Yüksek Dağlık Kesiminde (1400m-1750m) Bulunan Karaçam (Pinus nigra Arn.) Ormanlarının Beslenme Büyüme İlişkileri. (Proje Başlama Tarihi 14.05.2004) (İ.Ü. BAP 228/29042004).
- Sevgi, O. and H.B. Tecimen, 2008.** Changes in Austrian pine forest floor properties in relation with altitude in mountainous areas. *Journal of Forest Science*. 54(7): 306-313.
- Sevgi, O. and H.B. Tecimen, 2009.** Physical, chemical and pedogenetical properties of soil in relation with altitude at Kazdagi upland black pine forest. *Journal of Environmental Biology*. 30 (3): 349-354.
- Smithwick, E. A. H., M. G., Turner, K. L. Metzger and T. C. Balser, 2005.** Variation in NH<sub>4</sub><sup>+</sup> mineralization and microbial communities with stand age in lodgepole pine (Pinus contorta) forests, Yellowstone National Park (USA); *Soil Biology & Biochemistry*. 37: 1546-1559.
- Tecimen, H.B. and O. Sevgi, 2010.** Kazdağları'nın Dağlık Kesiminde Karaçamın Pinus nigra (Arnold.) Bazı İbre Özellikleri ve Yükselti ile Arasındaki İlişkiler. *Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Dergisi*. 10(1): 55-72.
- Tecimen, H.B. and O. Sevgi, 2010.** Effects of fertilization on net nitrogen mineralization and nitrification rates at different land-use types: A laboratory incubation. *Fresenius Environmental Bulletin*. 19(6): 1165-1170.
- Tecimen, H.B. and A. Kavgacı, 2011.** Evaluation of net nitrogen mineralization in Pinus brutia Ten. forests and maquis shrublands in southern Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*. 20(2): 385-390.
- Timm, N.H. 2002.** Applied Multivariate Analysis. Springer-verlag New York. ISBN:0-387-95347-7.
- Van Miegroet, H. And D.W. Cole, 1985.** Acidification sources in Red Alder and Douglas Fir soils-importance of nitrification. *Soil Science Society of America Journal*. 49: 1274-1279.
- Vitousek, P.M., J.D. Aber, R.W. Howarth, G.E. Likens, P.A. Matson, D.W. Schindler, W.H. Schlesinger and D.G. Tilman, 1997.** Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications*. 7(3): 737-750.
- Vitousek, P.M. 1994.** Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology*. 75(7): 1861-1876.
- Vourelitis, G.L., G. Zorba, S.C. Pasquini, and R. Mustard, 2007.** Chronic nitrogen deposition enhances nitrogen mineralization potential of semiarid shrubland soils. *Soil Science Society of America Journal*. 71(3): 836-842.