



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ASPHODELUS AESTIVUS BROT. TÜRÜNÜN
NİTRAT ÖZÜMLEMESİ ÜZERİNDE
ARAŞTIRMALAR

Fatma Selcen SAKAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA-2009



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ASPHODELUS AESTIVUS BROT. TÜRÜNÜN
NİTRAT ÖZÜMLEMESİ ÜZERİNDE
ARAŞTIRMALAR

Fatma Selcen SAKAR

Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA-2009


T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ASPHODELUS AESTIVUS BROT. TÜRÜNÜN
NİTRAT ÖZÜMLEMESİ ÜZERİNDE
ARAŞTIRMALAR

Fatma Selcen SAKAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 26/08/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Gürcan GÜLERYÜZ
Danışman


Prof. Dr. Kemal S. GÜNDOĞDU
ÜYE


Doç Dr. Hülya ARSLAN
ÜYE

Asphodelus aestivus Brot. Türünün Nitrat Özümlemesi Üzerinde Araştırmalar

ÖZET

Asphodelus aestivus Brot. (Liliaceae) çok yıllık yumrulu geofittir. Tür, Akdeniz bölgesinde tarım alanlarındaki eğimli yerlerde, yol kenarları boyunca çayır ve otlak alanların kalkerli topraklarında yayılış göstermektedir. Bu çalışmada, *A. aestivus* türünün farklı organlardaki (yumru kök, çiçek taşıyan gövde, yaprak ve çiçek) nitrat redüktaz (NR) aktivitesi ve köklerin çevresindeki topraktaki güncel mineral azot (NO_3^- ve NH_4^+) bir yıl boyunca araştırıldı. Ayrıca, türün yayılış gösterdiği habitatlardaki populasyonlar güncel nitrat içeriği ve farklı organlardaki NR aktivitesine göre karşılaştırıldı. En yüksek NRA yapraklarda saptanmış olmakla beraber, çiçek ve yumrulu kökler gibi diğer bitki kısımlarının da nitrat özümleme kapasitesine sahip olduğu saptandı. Uygun koşullardaki yüksek nitrat özümleme kapasitesinin bu türün Akdeniz bölgesindeki gelişimi ve egemenliğinde iyi bir strateji olduğu görüldü. Yapraklardaki nitrat özümlemesi ve toprakların güncel nitrat içerikleri mevsime bağlı değişim gösterdi. Toprakların nitrat içeriğine bağlı olarak nitrat özümlemesi kış aylarında artış gösterdi.

Anahtar Kelimeler: Nitrate redüktaz aktivitesi (NRA), Nitrifikasyon, *Asphodelus aestivus*, Akdeniz bölgesi

Studies on Nitrate Assimilation of *Asphodelus aestivus* Brot.

ABSTRACT

Asphodelus aestivus Brot. (*A. microcarpus* Viv.) is a perennial tuberous root geophyte of the family *Liliaceae*. Species spreads on slopes in agricultural lands, around the roads and calcareous soils in pastures all over the Mediterranean basin. In this study, nitrate reductase activity (NRA) in different compartments (tuberous roots, inflorescence stalks, leaves and flowers) of *A. aestivus* and actual mineral nitrogen (NO_3^- and NH_4^+) in soil surrounding the roots were investigated during a year. In addition, populations in different habitats were compared according to nitrate reductase activity (NRA) in different compartments and actual mineral nitrogen (NO_3^- and NH_4^+) in soil. Although the highest NRA was found in the leaves, the other plant compartments such as flower and tuberous roots have also nitrate assimilation capacity. The high nitrate assimilation capacity in suitable conditions is considered to be a good strategy in development and in dominance of this species on Mediterranean environments. There was a seasonal variation model in nitrate assimilation in leaves and actual NO_3^- content of soils. Depending on actual nitrate content of soils, nitrate assimilation increased in winter periods.

Key Words: Nitrate reductase activity (NRA), Nitrification, *Asphodelus aestivus*, Mediterranean region

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAY SAYFASI	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER	V
KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. <i>Asphodelus aestivus</i> Brot. Türünün Biyolojisi ve Ekolojisi	4
2.2. Bitkilerin Azot Beslenmesi ve Ekolojik Önemi	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM	20
3.1. Türün Sistematığı ve Betimi	20
3.2. Alandan Bitki ve Toprak Örneklerinin Alınması	22
3.3. Toprak Analizleri	22
3.4. Bitki Kısımlarında Nitrat Redüktaz Aktivitesinin Tayini	23
3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Uygulanan İstatistik Yöntemler	25
4. BULGULAR	26
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	33
KAYNAKLAR	36
ÖZGEÇMİŞ	
TEŞEKKÜR	

KISALTMALAR DİZİNİ

NRA: Nitrat Redüktaz Aktivitesi

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1. Taşpınar I örneklik alanında ölçülen toprak nemi (%), mineral azot (NH_4^+ -N ve NO_3^- -N) ve <i>A. aestivus</i> bitkisinin organlarının nitrat redüktaz aktivitesinin ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) yıl içindeki değişimi	27
Çizelge 4.2. Akdeniz bitki coğrafyası bölgesinde yayılış gösteren <i>A. aestivus</i> Brot. (Liliaceae) türünün farklı habitatlardaki populasyonlardan toplanan çiçekli bireylerin farklı organlarındaki NRA ile toprak nemi ve mineral azot değerlerine göre karşılaştırılması [Farklı harfler Tukey's HSD testine göre gruplar arasındaki farkı göstermektedir (anlamlılık düzeyi $\alpha;0.05$). Ortalama \pm Standart Hata, n = 5; km: kuru madde].....	31
Çizelge 4.3. Toprak NO_3^- -N içeriği ($\text{mg N}_{\text{min}} / 100 \text{ g}$ kuru toprak) ile bitki organlarının nitrat redüktaz aktivitesi ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri (n=20, $\alpha;0.05$; $P<0.05$ ilişki anlamlı, $P> 0.05$ ilişki anlamsız).....	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. <i>A. aestivus</i> türünün bir yıl içindeki fenolojisi.....	5
Şekil 3.1. <i>Asphodelus aestivus</i> (<i>A. microcarpus</i> Viv.) türünün genel görünüşü	21
Şekil 4.1. Taşpınar I örneklik alanında ölçülen toprak nemi (%) yıl içindeki değişimi	28
Şekil 4.2. Toprakta mineral azotun (NO_3^- -N ve NH_4^+ -N; mg N_{\min} / 100 g kuru toprak) yıl içindeki değişimi (n=6).....	28
Şekil 4.3. Taşpınar köyü populasyonundan toplanan bireylerin farklı organlarında yıl içindeki NRA değişimi (n=6)	29
Şekil 4.4. Farklı habitatlardaki populasyonların toprağındaki mineral azotun (NO_3^- -N ve NH_4^+ -N; mg N_{\min} / 100 g kuru toprak) alanlar arasındaki değişimi (n=5)	30
Şekil 4.5. Farklı habitatlardaki populasyonlardan toplanan çiçekli bireylerin farklı organlarındaki NRA değerlerinin karşılaştırılması (n=5)	30

1 - GİRİŞ

Akdeniz havzası dünyadaki en büyük ve en güçlü yerleşimlerin doğduğu, geliştiği ve yıkıldığı beşik olarak bilinmektedir (Blondel 2006). Akdeniz bölgesinde, *A. aestivus* gibi geofitler, aşırı otlatılma ve yangın ile bozulmuş bölgelerin egemen yaşam formlarını oluşturmaktadır. *A. aestivus* özellikle tarım alanları arasındaki bayırlık alanlarda, yol kenarları boyunca çayır ve otlak alanların kalkerli topraklarında geniş olarak yayılmaktadır. “*Asfodel çöller*” olarak anılan bu ekosistemler Akdeniz bitki coğrafyası bölgesinde son bozulma aşamasıyla karakterizedir (Ayyad ve Hilmy 1974, Le Houerou 1981). Bu bölgelerde *A. aestivus* türünün yayılma ve egemenlik kabiliyeti, onun sadece Akdeniz iklimi özelliklerini değil, aynı zamanda bu habitatlardaki en yaygın bozulmalara direnç anlamındaki kapasitesini yansıtmaktadır (Pantis ve Margaris 1988). Tür, Akdeniz bölgelerindeki son bozulma aşamasını karakterize eden alanlarda yayılış gösterirken strese karşı tolerans stratejisine sahip olduğu ve rekabetçi bir ruderal tür olarak nitelendirilmektedir (Pantis ve ark. 1994). *A. aestivus* tohumlarla olduğu kadar kök yumrularının aracılığıyla üreyebilme şansına sahiptir. Türün bu özelliği bozulmuş alanları koruma ve hatta egemen olma yönünden önemli olmaktadır. Bozulmuş alan koşullarına ve Akdeniz ikliminin mevsimliliğine uyumu ile ilgili araştırmalarla (Pantis ve Margaris 1988, Pantis ve Stamou 1991, Pantis 1993, Pantis ve ark. 1994; Sawidis ve ark. 2005) türün uyum kapasitesinin yıl boyunca biyomas ile besinlerin birikimi veya kullanımının iklimdeki mevsime bağlı değişimle ilişkili olduğu; bu süreçte toprak altı depo yumrularının bitkiyi çevresel zararlardan koruyabilmesinin yanında keskin yaz kuraklığı baskısından da koruma ve yeni yaprak ve çiçek taşıyan dalların çıkışı sırasında rezerv görevini yerine getirdiği; bunlara bağlı olarak bitkinin uyum sağlamasına yumruların aracılık ettiği ortaya konmuştur.

İnsan etkenliğiyle bozulan doğal alanlara bazı bitki türleri öncü olarak yerleşirler ve baskın hale gelirler. Bu yerleşme, eğer yabancı tür istilası söz konusu değilse, bozulan alanın

yakın çevresindeki biyolojik kaynaktan alana uyum sağlayabilen türlerle olmaktadır. Bunlar bozulmuş alanlarda sekonder oluşum için öncü türlerdir. Bozulmuş alanlar üzerinde öncü türlerin hızla yerleşmesi ortamdaki besin kayıplarının azalmasına (Marks ve Bormann 1975), oluşturacakları gölge ile toprak sıcaklığını düşürerek daha az parçalanma ve nitrifikasyon oranlarının düşmesine (Foster ve ark. 1980), ayrıca ortamdaki besinleri yapılarındaki bileşiklere katarak besin kayıplarının azalmasına (Vitousek ve Reiners 1975) katkı yaparlar. Bunun yanında, biyomas üretimiyle toprak organik maddesine büyük oranda katkıda bulunur. Toprak organik maddesi, ekosistemlerde besinlerin salınması için toprak ana maddesini sağlayan, toprak yapısının oluşmasında, su tutma kapasitesinde ve erozyonun azaltılmasında kritik rol oynayan bir bileşendir (Matson ve ark. 1997, Güteryüz ve Arslan 2001).

Karasal ekosistemlerin birincil üretimi, tür çeşitliliği ve tür kompozisyonu azot gibi sınırlayıcı besinlere bağlı olarak etkilenir (Wedin ve Tilman 1990). Doğal koşullarda bitki köklerinde alınabilir inorganik azot miktarı toprağın tipi, iklim, enlem, mevsim ve mikrobiyal etkenlik gibi ortam etmenlerine bağlı olmaktadır (Ellenberg 1977, Runge 1983). Bu nedenle, toprakta azotun mineralleşmesi ve bitkilerce alınımı çeşitli ekosistemlerin verimliliğini belirlemede önemli bir indikatör olarak kullanılmaktadır. Çeşitli ekosistemler topraktaki yıllık mineral azot verimine göre karşılaştırılmaktadır (Ellenberg 1977, Rehder 1976, Woodmansee ve Duncan 1980, Gökçeoğlu 1988, Güteryüz ve Gökçeoğlu 1994).

Melzer ve ark. (1984) bozulmuş alanların toprağında nitratın egemen olduğunu ve bu nedenle bu tür alanlara yerleşen bitkilerin gelişimlerinde de belirleyici olduğunu bildirmişlerdir. Vitousek ve ark. (1979) doğal alanlarda meydana gelen yıkıcı zarardan sonra, artan toprak sıcaklığı ve nemin N mineralleşmesini hızlandırdığını; fakat mineral azotun akarsu ya da yeraltı suyuna katılıp kaybedildiğini; bunun da vejetasyon tarafından alınabilecek azot miktarında azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir. Nitekim Marschner (1995) tarafından daha çok bozulmuş alanlar üzerinde gelişen farklı bitki familyalarına (örn, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Apiaceae* ve *Urticaceae*) ait türlerde depolanan nitratın alınabilirliğinin hızlı olarak gerçekleştirildiği rapor edilmektedir. Toprakta azot alınabilirliği ve bitkilerin azot tüketimi ile ilgili yapılan araştırmalarda topraktaki N mineralleşme oranı, bitkilerin organik azot ve nitrat içerikleri ile nitrat redüktaz aktivitesi ekolojik parametre

olarak kullanılmaktadır (Melzer ve ark. 1984, Güteryüz ve Arslan 1999, Olsson ve Falkengren-Grerup 2003, Arslan ve Güteryüz 2005).

Bu çalışmada, Akdeniz bölgelerindeki son bozulma aşamasını karakterize eden alanlarda yayılış gösteren, strese karşı tolerans stratejisi olduğu ve rekabetçi bir ruderal tür olduğu ifade edilen (Pantis ve ark. 1994) *Asphodelus aestivus* türünün yayılış gösterdiği alanların toprağında üretilen nitrat miktarına bağlı olarak bitki organlarının yıl boyunca ve farklı alanlardaki populasyonlarında nitrat redüktaz aktivitesi (NRA) testi ile nitrat bağlama kapasitesini belirlemek amaçlanmıştır.

2 - KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. *Asphodelus aestivus* Brot. Türünün Biyolojisi ve Ekolojisi

Akdeniz bölgesinde, *A. aestivus* türüyle belirgin şekilde temsil edildiği gibi geofitler, aşırı otlatma ve yangın ile bozulmuş bölgelerin egemen yaşam formları olmaktadır. Bu bölgelerde *A. aestivus* türünün yayılma ve egemenlik kabiliyeti, onun sadece Akdeniz iklimi özelliklerini değil, aynı zamanda bu habitatlardaki en yaygın bozulmalara direnç anlamındaki kapasitesini yansıtmaktadır (Pantis ve Margaritis 1988). *Asphodelus aestivus* Brot. (*A. microcarpus* Viv.) Liliaceae familyasına ait çok yıllık yumrulu geofittir. Akdeniz havzasında geniş olarak yayılış göstermektedir (Diaz Lifante 1996). Tür, özellikle yol kenarları boyunca çayır ve otlak alanların kalkerli topraklarında geniş olarak yayılmakta ve işgal etmektedir. Hem kurak hem de yarı kurak Akdeniz ekosistemlerinde (Margaritis 1984) ve Kuzey Afrika'nın belirli bölgelerinde bulunmaktadır (Le Houerou 1979, Naveh 1973). "Asfodel çöller" olarak anılan bu ekosistemler Akdeniz bölgelerindeki son bozulma aşamasıyla karakterizedir (Ayyad 1976, Le Houerou 1981). Diğer geofitlerin durumlarında olduğu gibi *A. aestivus*, bazı bozulmuş ekosistemlerde egemen yaşam formu olarak vejetasyon için dikkate değer öneme sahiptir. Bu formasyonlar tarım alanları arasındaki bayırlık alanlarda bulunmakta ve düzlük çayırlar olarak kullanılmaktadır.

A. aestivus, toprak üstü kısımlarından yaprak çıkışıyla başlayıp senesense kadar süren aktif (sonbahar-geç ilkbahar) ve yaprakların çıkışına kadar süren inaktif (yaz) aşama (dormansi) olmak üzere bir yıl içinde iki büyük fenolojik aşamaya sahiptir (Aschmann 1973, Pantis ve ark. 1994). Kış boyunca türün kök yumruları sürgün ucundan Ocak-Mart arasında düz yaprakları (40-90 cm uzunluk ve 2-4 cm genişlikte) ve Nisan-Mayıs arasında 60 ile 200 arasında çiçek taşıyan çiçek sapları vermektedir (Şekil 2.1).

**SONBAHAR****KIŞ****İLKBAHAR****YAZ**

Şekil 2.1. *A. aestivus* türünün bir yıl içindeki fenolojisi.

Yapraklarındaki steroid saponinlerle otçullardan korunmakta (Dahlgren ve ark. 1985) ve meyve olgunlaşmadan önce Haziran ayında senesense geçmektedir. Kök yumrularının büyük kısmı ise ana bitkiye bağlı olarak kalmaktadır. Bitki tohumlarla olduğu kadar kök yumrularının aracılığıyla çoğalabilmektedir. Türün bu özelliği bozulmuş alanları korumak ve hatta egemen olma yönünden dikkate değerde önemli olmaktadır.

Bir grup Yunan araştırmacı *Asphodelus aestivus*'un biyolojisi ve ekolojisi ile ilgili çok detaylı araştırmalar yapmıştır. Yunanistan'ın Thessaly bölgesinde *Asphodelus microcarpus* türünün yayılış gösterdiği bölgenin çölleşmiş bir sistem olduğu 7 temel morfolojik ve fizyolojik özellikler kullanılarak Pantis ve Margaris (1988) tarafından ortaya konmuştur. Araştırmacılar, çöllerin sadece iklimsel faktörlerden değil alanların kötü kullanımları sonucu meydana geldiğini, *A. microcarpus* türünün egemen olduğu diğer birçok bölgede olduğu gibi, Thessaly'de de çölleşmenin aşırı otlatma ve yüksek sıklıkta yangınlar gibi antropojenik faktörlerin sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacıların dikkate aldığı 7 morfolojik ve fizyolojik özellikler aşağıda verilmiştir. Bu özellikler:

1. "Bir çöl bitkisi düşük bir toprak üstü biyomasına sahiptir." (Walter 1968).
2. "Bir çöl bitkisi yüksek bir kök/gövde oranına sahiptir." (Walter 1968).
3. "Bir çöl bitkisi yıllık toprak üstü döküntünün yüksek yüzdesine sahiptir." (Walter 1968).
4. "Bir çöl bitkisi yıllık toprak altı döküntünün yüksek yüzdesine sahiptir." (Walter 1968).
5. "Bir çöl bitkisi düşük düzeylerdeki yağış miktarının üstesinden gelmek için adaptasyonlara sahiptir." (Goodall 1979).
6. "Bir çöl bitkisi inorganik iyonların yüksek bir konsantrasyonuna sahiptir." (Osmond 1979).
7. "Bir çöl bitkisi çiçeklenmeyi teşvik edici bir mekanizma olarak karbohidrat rezervlerine sahiptir." (Goodall 1979).

Pantis ve Stamou (1991), Yunanistan'ın Thessaly bölgesinde bozulmuş Akdeniz tipi ekosistemin (Asfodel çöl) dört farklı alanında *A. aestivus* türünün alansal durumunu

araştırmışlardır. Alansal dağılımın toprak derinliği ile ilişkili olduğu; ekolojik komşuluğun bozulma olayı ve erozyonla ilişkili olduğu; erozyondan sonra düzensiz olarak ortamda meydana gelen iyileşmenin, bu formasyonları karakterize eden *A. aestivus* türünün alansal heterojenitesine sebebiyet verdiğini; toprak üstü biyomas ve çiçeklenme gelişiminin yoğunluğa bağlı olduğunu saptamışlardır.

Pantis (1993) tarafından Akdeniz geofiti *Asphodelus aestivus* Brot. türünün biyomas ve besin tahsis durumları Yunanistan'ın Thessaly bölgesinde çalışılmıştır. *A. aestivus*'un biyomas ve besinlerin depolanması veya kullanılmasının bir özneliği olabilen biyomas ve besin tahsis durumlarının iklimdeki mevsimsel değişimlerle ilişkili olduğunu saptamıştır. Araştırmacı bu süreçte, toprak altı depo yapısının çevresel zararlardan olduğu gibi kurak stresinden bitkinin korunmasını sağlamada çok önemli rol oynadığını, kök yumrularının yaprak ve çiçek taşıyan dalların çıkışı sırasında besin rezervi olarak kullanıldığını ve bu nedenle *A. aestivus*'un yumrularının Akdeniz ikliminin mevsimselliğiyle bitkinin uyum sağlamasına aracılık ettiğini bildirmiştir.

Pantis ve ark. (1994) *Asphodelus aestivus*'un fenolojisinin mevsimsel değişim ile uyumunu araştırdıkları çalışmada; yaprak, çiçek durumunu taşıyan dallar ve yumruların ortaya çıkışı ile canlı ağırlık artışının mevsime dayalı iklimsel değişikliklerle uyumluluk gösterdiğini ve bitkinin iklimsel değişimlere cevap verdiğini saptamışlardır. Bu çalışmayla, yaprak ve çiçek durumunu taşıyan dalların uzaması çiçeklenme gibi var olan yıldaki üretime dayandığı halde yaprakların ve çiçek durumu taşıyan dalların çıkışının yumrulara depolanmış materyale bağlı olduğu; yumruların besin depolama durumunun Akdeniz ikliminin mevsimselliği ile türün verimliliğinde sorumlu düzenleyici bir yapı olarak görüldüğü ortaya konmuştur. Ayrıca araştırmacılar *A. aestivus* türünün rekabetçi ruderal bir karaktere sahip olduğunu ve Akdeniz havzasında bu bitkinin geniş olarak dağılımının strese tolerans stratejisiyle açıklanabildiğini ileri sürmüşlerdir.

Stamou ve ark. (1994) tarafından iklimsel değişime bağlı olarak zıt karakterli ılıman bir orman ile asfodel yarı çölde döküntü birikimi ve ayrışması çalışılmıştır. İki ekosistemin farklı döküntü birikim durumları ve döküntü üretiminde önemli farklılıklar gösterdiğini, ılıman ormanda döküntü birikimi veriminin diğer ılıman ormanlarda

(örneğin, van der Drift 1963, Anderson 1973) ve Yunan Akdeniz tipi formasyonlardakinden (Margaris 1976, Argyropoulou ve ark. 1994) daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Buna karşın, asfodel yarı çöllerin döküntü birikiminin en düşükler arasında olduğunu ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, her iki durumda da yıl boyunca toprak üstü biyomasının yüksek oranda döküldüğünü; ayrışma zamanlamasının iklimsel varyasyonlarla ayarlandığı ve büyük oranda döküntü kayboluşunun sonbahar ve ilkbaharda meydana geldiği gözlenmiştir. Orman ekosisteminde gömülü ve gömülü olmayan döküntü arasındaki döküntü kaybındaki farklılıkların uzun periyotlar için yüksek mikrobiyal aktivitesini sürdüren kalın toprak organik tabakasının daha fazla homojen koşulları içermesi nedeniyle ortaya çıktığını, buna karşın asfodel yapraklarındaki ve çiçek saplarındaki bozunma oranlarındaki farklılıkların bitki bileşimindeki ve yapısındaki farklılıklardan olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar her iki ekosistem tipinde de döküntü üretimi ve ayrışma özelliklerinin toprak besin eksikliğiyle özellikle azotla ilişkili bulunduğunu göstermişlerdir.

Rhizopoulou ve ark. (1997), türün Akdeniz iklim mevsimselliğine ekofizyolojik uyumunda yumruların uzun yaz kuraklığı boyunca suyu depolamada çok etkin olduğunu, yapraklarda ve yumrularda kış boyunca prolin birikiminin kışın soğuk stresine yanıtının bir kanıtı olarak dikkate alınabileceğini; kök biyoması toprak üstündekinden 6 ila 30 kata kadar daha yüksek olmakla beraber, bu toprak altı kısmının daha ziyade tekrar dolup boşalan kararlı enerji rezervini içerdiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, ayrıca türün değişen çevrede başarısına katkıda bulunan toprak altı kısımlarının şu özelliklerine dikkat çekmişlerdir:

- I) toprak üstü kısımlarına göre büyüklük ve/veya karakterinden dolayı iklimsel strese yanıtındaki sorumluluğu daha azdır.
- II) kararlı sistem ve dengeli bir yapıdan ziyade enerjistik olarak bir yapı oluşturur ve bu yapılar kararsız iklimsel değişkenlere bitkilerin uyumundan sorumludur.
- III) su depolamadaki etkinliğiyle uzun kurak periyoda dayanabilir.

Son yıllarda yapılan başka bir çalışmada Sawidis ve ark. (2005), *A. aestivus* türünün kök-yumru anatomisini belirlemişler; türün kök yumrularının hacimsel su ve

besinlerin depolanmasında, kurak stresi ve aynı zamanda çevresel zararlardan korumayı sağlamada:

- (a) sadece geçici alınabilir suyun hızla kazanımını sağlayan çoklu dizi halindeki epidermisin (velamen),
- (b) su depo eden büyük parenkima hücrelerinin,
- (c) eriyebilir şekerleri içeren korteks hücrelerinin,
- (d) olasılıkla savunma özellikli yağ içeren yağ hücrelerinin,
- (e) rafit kristalli hücre idiyoblastlarının işlevi olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Ayrıca araştırmacılara göre, *A. aestivus* türünün otlatma, yangından kaçınma ve kuraklığa dayanabilme yeteneğiyle kombine olan kök yumrularının bu özellikleri Akdeniz'den çöllere kadar kurak çevrelerin geniş aralığında türün sık olarak egemenliğini açıklayabilmektedir.

Ülkemizde yapılan araştırmada Öztürk ve Pirdal (1986) *Asphodelus aestivus* türünün çimlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, ekonomik olarak önemli Akdeniz elementlerinden biri olan türün tohumlarının tohum zarı dormansisi gösterdiğini ve normal koşullar altında çimlenemediğini göstermişlerdir. Tohumların çimlenmeye bırakılmadan önce skarifikasyona ihtiyaç gösterdiklerini; skarifikasyona maruz bırakılmış tohumların 15° C de ve 6/18 saatlik fotoperiyotta maksimum çimlenme gösterdiklerini; ışığa duyarlı olduklarını ve en iyi toprak yüzeyinde veya 1 cm derinlikte çimlenebildiklerini saptamışlardır. Araştırmacılar ayrıca tohumların yüksek tuz konsantrasyonlarına da duyarlı oldukları ve çimlenmenin osmotik basıncın artışıyla azaldığı; genel olarak *A. aestivus* tohumlarının nispeten daha yüksek stres koşulları altında çimlenebildiğini saptamışlar ve bu özelliğin onun kserofitik habitat koşullarına bir uyumu olarak görüleceğini ileri sürmüşlerdir.

Pirdal (1986), Doktora tezini “Batı Anadolu'da yayılış gösteren *Asphodelus aestivus* Brot., 'çiriş otu'nun morfolojisi, anatomisi ve ekolojisi ile ilgili gözlemler” konusunda yapmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenmiştir: 1-*Asphodelus aestivus* Brot., erken ilkbahar bitkisi olan ve ilkbaharda çiçeklenen çok yıllık yumrulu bir bitkidir. Bol miktarda tohum oluşturur. 2-Orman açıklıklarında, makinin seyrekleştiği yerlerde, kıraç ve tarıma elverişli olmayan arazilerde çok bol olarak

bulunmakta ve böyle alanların dominant bitkisi olmaktadır. 3-Bitki alkali ya da nötr karakterli, tınlı bünyeli, su tutma kapasitesi yüksek, tuzsuz ve derinliği az olan toprakları tercih etmektedir. 4-Hem eşemli, hemde vejetatif olarak çoğalabildiği için yoğun ve geniş olarak yayılış göstermektedir. 5-Çok yıllık yumrulu bir bitki olduğu için özellikle Batı Anadolu'da yangından sonra alana ilk hakim olan sekonder süksesyonun öncül bitkisidir. 6-Yumru ve köklerinde kalsiyum bulunmayışı, yumrularındaki trakelerin 2-3 ya da çok katlı oluşu ile tipiktir. 7-Tohumları hem karanlıkta, hemde ışıktaki çimlenmektedir. Çimlenme yüzdesi ışıktaki karanlıktan daha iyidir. 8-Optimal çimlenmesi 6 saatlik ışık periyodunda, 15-20 ° C'lık sıcaklarda, 1 cm. derinlikte ve nötr pH'lı ortamlarda olmaktadır. 9-Tohum testaları müsajlı olduğundan çimlenme öncesinde bir ön işleme gereksinim gösterirler. 10-Yumruları şeker ve yağ asitleri bakımından çok zengin olup total şeker, toplam katı madde miktarı olarak 5,20-85 arasında bulunmuştur. 11-Yumrularının hayvan yemi olarak değerlendirileceği ve alkol eldesinde kullanılabileceği düşünülebilir. Sonuç olarak bu türün büyük bir üreme kapasitesine ve geniş bir yayılışa sahip olduğunu ve çeşitli özellikleri ile endüstriyel potansiyeli olduğu için ülke ekonomisine katkıda bulunabilecek yönde değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Pirdal (1987), *Asphodelus aestivus* türünün fenolojisi, yayılışı, biyotik ve edafik etmenleri ile verimliliğini araştırarak bitkinin autokolojik durumunu ortaya koymuştur. Araştırmacı genel olarak verimliliğin bitkinin besin elementlerine, toprak üstü organlarının kuruyarak ve toprak altı yumrularının kabuklarının da toprağa karışarak toprağı zenginleştirmesine, bitkinin çimlenme gücü yüksek çok sayıda tohum oluşturarak birim alandaki sayısını artırmasına ve iklime bağlı olarak yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

2.2. Bitkilerin Azot Beslenmesi ve Ekolojik Önemi

Bitkilerin canlılığının ve metabolik faaliyetlerinin devamı için elzem olan azot, doğada bir döngü halindedir. Atmosferdeki serbest azot (N_2), azot döngüsünün önemli bir kaynağını oluşturur. Fakat bu azotun yüksek bitkilerce özümlelenebilmesi için fikse edilip amonyağa kadar indirgenmesi gerekir (Marschner 1995). Bu fiksasyon ise atmosferik, simbiyotik ve simbiyotik olmayan süreçlerle gerçekleşir (Smith 1992). Yüksek bitkiler topraktan azotu inorganik formda (NO_3^- -N ve NH_4^+ -N) alabilirler. İnorganik azot, organik bağlı azot, amonyak ve nitrit üzerinden amonyum ve nitrata dönüştüğü mineralleşme süreciyle oluşur.

Bitkiler tarafından alınan nitratin organik yapılara girmeden önce uğradığı biyokimyasal süreçlerin, mineralleşme sırasındaki süreçlerin tam tersi olduğu düşünülebilir. Toprakta organik bağlı azot, amonyak ve nitrit üzerinden nitrata dönüşürken, bu olay bitki bünyesinde nitratin nitrit üzerinden amonyağa dönüşmesi ve organik yapılara katılması ile son bulur. Yüksek bitkiler tarafından alınan amonyum ise doğrudan amonyak üzerinden organik yapılara katılır (Arslan ve Güteryüz 2002).

Bitkilerin azot beslenmesinin ekolojik önemini ortaya koymak için dört tane parametre kullanılmaktadır (Gebauer ve ark. 1988):

- (1) Bitkilerce alınabilir azotun doğal alanlardaki miktarı: Pek çok bitki topluluğu için topraktaki azotun mineralleşme ve nitrifikasyon oranları alan inkübasyon (örneğin, Ellenberg 1977, Rehder 1976, Gökçeoğlu 1988, Güteryüz ve Gökçeoğlu 1994, Fisk ve Schmidt 1995) ve laboratuvar koşullarında standart inkübasyon (örneğin, Güteryüz 1998, Aka ve Darıcı 2004, Knoepp ve ark. 2000) yöntemleri kullanılarak belirlenmektedir.
- (2) Bitkilerin nitrat içerikleri: Doğal alanlarda eğer nitrat oluşumu varsa, bitkilerdeki nitrat içeriği saptanmaktadır. Bu nedenle, bitkilerin nitrat içerikleri farklı alanlardaki nitrat kaynağının indikatörü olarak kullanılmaktadır. Örneğin, Stewart ve ark. (1972), Melzer ve ark. (1984), Gebauer ve ark. (1988) nitratça zengin alanlardaki yabani bitkilerin nitrat içerikleri arasında sıkı bir ilişki saptamışlardır.

- (3) Nitrat Redüktaz Aktivitesi (NRA): Stewart ve ark. (1972) nitrat özümlemesinde anahtar enzim olan NR aktivitesini ilk olarak halofit bitkilerle yaptıkları denemelerde ekolojik araştırmalar için nitrat kaynağının indikatörü olarak kullanılabileceğini göstermişlerdir. Bir bitkinin NR aktivitesinin onun habitatındaki nitrat kaynağını yansıttığı varsayılmaktadır. Lee ve ark. (1986), farklı habitatlar ve iklim bölgelerindeki bitkilerin yapraklarında ortalama NRA değerlerinin özetini vermiştir. Güteryüz ve Arslan (1999), Uludağ'ın farklı rakımlarında yayılış gösteren *Verbascum* L. (Scrophulariaceae) türlerinde NR aktivitesinin türler arasında farklı olduğunu, Arslan ve Güteryüz (2005), Akdeniz bölgesi geofitlerinde NR aktivitesinin türler arasında farklı ve türün habitatındaki nitrat miktarıyla anlamlı pozitif ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çeşitli araştırmalarla aynı habitatta NRA'da büyük farklılıkların olduğu yani türe göre değiştiği (örneğin Lee ve Stewart 1978, Al Gharbi ve Hipkin 1984, Arslan ve Güteryüz 2005) ortaya konmuştur.
- (4) Bitkilerin organik azot içerikleri: Organik azot içeriği bitkilerce özümlenen inorganik azotun toplam miktarını ifade etmektedir.

Azot mineralleşme oranları bataklık alanları ile bozulmuş alanlar arasında 0 kg/ha/yıl'dan 300 kg /ha/yıl'a kadar değişmektedir (Ellenberg 1977). Özellikle bozulmuş alanlar üzerine gelen öncü türler "ruderal" olarak adlandırılmaktadır. Bu türler çöp yığınları, yol kenarları, terk edilmiş hayvan barınakları üzerinde gelişen bitki örtüsünün ilk aşamalarında egemendirler. Bu tür alanlarda nitrat üretimi yüksek olup, bu türlerin NR aktiviteleri de yüksek olmaktadır (Gebauer ve ark. 1988, Güteryüz ve Arslan 1999). Nitrat üretimin yüksek olduğu alanlar üzerinde yetişen bitkilere (örneğin *Urtica dioica*, *Rumex olympicus*, *Chenopodium* sp.) "Nitrofil" bitkiler adı verilmektedir (Marschner 1995). *Asphodelus aestivus* Brot., hem kurak hem de yarı kurak Akdeniz ekosistemlerinde (Margaris 1984) ve Kuzey Afrika'nın belirli bölgelerinde bulunmaktadır (Le Houerou, 1979; Naveh, 1973). "Asfodel çöller" olarak anılan bu ekosistemler Akdeniz bölgelerindeki son bozulma aşamasıyla karakterizedir (Ayyad 1976, Ayyad ve Hilmy 1974, Le Houerou 1981).

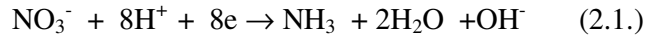
İnsan etkenliğiyle bozulan doğal alanlara bazı bitki türleri öncü olarak yerleşirler ve baskın hale gelirler. Bu yerleşme, eğer yabancı tür istilası söz konusu değilse, bozulan alanın yakın çevresindeki biyolojik kaynaktan alana uyum sağlayabilen türlerle olmaktadır. Bunlar bozulmuş alanlarda sekonder oluşum için öncü türlerdir. Bozulmuş alanlar üzerinde öncü türlerin hızla yerleşmesi ortamdan besin kayıplarının azalmasına (Marks ve Bormann 1975), oluşturacakları gölge ile toprak sıcaklığını düşürerek daha az parçalanma, ve nitrifikasyon oranlarının düşmesine (Foster ve ark. 1980), ayrıca ortamdaki besinleri yapılarındaki bileşiklere katarak besin kayıplarının azalmasına (Vitousek ve Reiners 1975) katkı yaparlar. Bunun yanında, biyomas üretimiyle toprak organik maddesine büyük oranda katkıda bulunur. Toprak organik maddesi, ekosistemlerde besinlerin salınması için toprak ana maddesini sağlayan, toprak yapısının oluşmasında, su tutma kapasitesinde ve erozyonun azaltılmasında kritik rol oynayan bir bileşendir (Matson ve ark. 1997, Güteryüz ve Arslan 2001).

Karasal ekosistemlerin birincil üretimi, tür çeşitliliği ve tür kompozisyonu azot gibi sınırlayıcı besinlere bağlı olarak etkilenir (Wedin ve Tilman 1990). Doğal koşullarda bitki köklerinince alınabilir inorganik azot miktarı toprağın tipi, iklim, enlem, mevsim ve mikrobiyal etkenlik gibi ortam etmenlerine bağlı olmaktadır (Ellenberg 1977, Runge 1983). Bu nedenle, toprakta azotun mineralleşmesi ve bitkilerce alınımı çeşitli ekosistemlerin verimliliğini belirlemede önemli bir indikatör olarak kullanılmaktadır. Çeşitli ekosistemler topraktaki yıllık mineral azot verimine göre karşılaştırılmaktadır (Ellenberg 1977, Rehder 1976, Woodmansee ve Duncan 1980, Gökçeoğlu 1988, Güteryüz ve Gökçeoğlu 1994).

Melzer ve ark. (1984) bozulmuş alan sahalarının toprağında nitratın egemen olduğunu ve bu nedenle bu tür alanlara yerleşen bitkilerin gelişimlerinde de belirleyici olduğunu bildirmişlerdir. Vitousek ve ark. (1979) doğal alanlarda meydana gelen yıkıcı zarardan sonra, artan toprak sıcaklığı ve nemin N mineralleşmesini hızlandırdığını; fakat mineral azotun akarsu ya da yeraltı suyuna katılıp kaybedildiğini; bunun da vejetasyon tarafından alınabilecek azot miktarında azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir. Nitekim Marcshner (1995) tarafından daha çok bozulmuş alanlar üzerinde gelişen farklı bitki familyalarına (örn, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*, *Apiaceae* ve *Urticaceae*) ait

türlerde depolanan nitratın alınabilirliğinin hızlı olarak gerçekleştirildiği rapor edilmektedir. Toprakta azot alınabilirliği ve bitkilerin azot tüketimi ile ilgili yapılan araştırmalarda topraktaki N mineralleşme oranı, bitkilerin organik azot ve nitrat içerikleri ile nitrat redüktaz aktivitesi ekolojik parametre olarak kullanılmaktadır (Melzer ve ark. 1984, Güteryüz ve Arslan 1999, Olsson ve Falkengren-Grerup 2003, Arslan ve Güteryüz 2005).

Yüksek bitkiler topraktan azotu nitrat formunda tercih etmelerine karşın topraktaki amonyum da önemli bir azot kaynağını oluşturur (Marschner 1995). Nitrat, bitki besini olarak organik yapılara girmek ve bitkideki temel fonksiyonlarını yerine getirmek için öncelikle amonyağa indirgenmek zorundadır. Nitrat indirgenmesi iki enzim tarafından katalizlenir (Beevers ve Hageman 1983, Haynes 1986, Solomonson ve Barber 1990, Marschner 1995, Pilbeam ve Jan 1999). Bunlardan ilki nitrat redüktaz (NR) olup, nitratın nitrite indirgenmesini katalizler. Diğeri ise, nitrit redüktaz (*NiR*) olup, nitritin amonyağa indirgenmesinden sorumludur. Kabul edilen nitrat indirgenme yolu aşağıdaki şekildedir (Gebauer ve Schulze 1997):



Nitrat indirgenmesinde iş gören anahtar enzim niteliğindeki NR molekülü filavin adenin dinükleotid (FAD), Sitokrom (Cyt.) ve molibden içeren prostetik gruplara sahiptir. Birkaç saatlik yarılanma süresine sahip olan enzim (Marschner 1995, Gebauer ve Schulze 1997), yüksek bitkilerin sitoplazmasında lokalize olmuştur ve elektron verici olarak ya nikotin adenin dinükleotid (NADH) veya nikotin adenin dinükleotid fosfat [NAD(P)H]'a ihtiyaç gösterir (Haynes 1986, Solomonson ve Barber 1990, Marschner 1995, Campbell 1999). Enzimin molekül ağırlığı, bulunduğu organizma grubuna göre değişmektedir (200 000-600 000) (Notton ve Hewitt 1979, Marschner 1995).

Nitrat redüktaz, bitkinin fotosentetik dokularının temel enzimlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Pilbeam ve Jan 1999). Yüksek bitkilerde nitrat redüktazın genel olarak substratı tarafından uyarılabilir bir enzim olduğu kabul edilmekte ve nitratın nitrat redüktaz sentezini uyardığı düşünülmektedir (Guerrero ve ark. 1981, Haynes

1986, Marschner 1995). Nitrat redüktaz, nitrata alamayan bitkilerde çok düşük düzeyde bulunmakta, fakat nitrat ilave edilmesi sonucunda birkaç saat içerisinde enzim uyarılabilmektedir.

Artan sıcaklıklar (20 °C'tan 40 °C'ye) nitrat redüktaz aktivitesini arttırabilir. Buna karşın optimum sıcaklığın üzerindeki sıcaklıklar, türe bağlı olarak nitrat redüktazı inaktive eder (Haynes 1986). Su stresi de nitrat redüktazın aktivitesini azaltan faktörlerden birisidir. Bu etki ya yaprak dokusuna nitrat akışının azalmasıyla ya da protein sentezinin engellenmesiyle meydana gelir (Haynes 1986).

Nitrat redüktazı uyarıcı diğer bir faktör ise ışıktır (Marschner 1995). Işık, nitrat redüktazın aktivitesi için gerekli indirgeyiciyi [NAD(P)H] fotosentez yoluyla sağlayarak nitrat redüktazı uyarabilir. Yapraklarda ışığa bağlı olarak gün içinde enzimin etkinliğinde ve dolayısıyla nitrata indirgenmesinde günlük değişim görülür (Gebauer ve ark. 1984). Köklerde ise belirgin bir model yoktur. Ancak son yapılan bir araştırmada, Jiang ve Hull (2000) *Poa pratensis* L. türünün köklerinde nitrat redüktaz aktivitesinin gün içinde değişim gösterdiğini, fakat yapraklarda bu değişimin anlamlı olmadığını saptamışlardır. Gövdede nitrat indirgenmesi ışık şiddetinin yüksek olduğu saatlerde hızlanır, ışık şiddetinin düşük olduğu saatlerde ise azalır. Düşük ışık şiddeti altında gelişmiş bitkilerin nitrat redüktaz aktivitesi düşüktür, aktivite bitkiler yüksek ışık şiddeti koşullarına getirildiği zaman artar. Bitkiler düşük ışık altında geliştikleri zaman nitrat redüktazın düşük aktivite göstermesine bağlı olarak yüksek nitrat konsantrasyonları içerirler.

Chapin ve ark. (1987) tek başına nitrat özümlemesinin fotosentezde kullanılan indirgeyicilerin % 25'ini kullanabildiğini tespit etmişlerdir.

Lee ve ark. (1986) farklı habitat ve iklim bölgelerine ait bitkilerin yapraklarında ortalama NRA değerlerinin bir özetini vermişlerdir. Bu değerler bataklık bitkilerinde 0.20 $\mu\text{mol NO}_2^-$ gram taze ağırlık saat'ten bozulmuş alanlardaki bitkilerde 4.58 $\mu\text{mol NO}_2^-$ gram taze ağırlık saat'e kadar değişmektedir ve bu değerler karşılaştırılan alanlardaki mineralleşme analizlerinin sonuçlarıyla uyumaktadır. Bununla birlikte tek

bir habitat içinde NRA değerleri türden türe büyük farklılıklar gösterir (Lee ve Stewart 1978, Stewart ve Orebamjo 1983, Al Gharbi ve Hipkin 1984). Runge'e (1983) göre bir yandan bu türe özel farklılıkları gösterirken, diğer yandan da bitkinin yaşı, günlük ritimler, su ve ışık kaynağı, toplam NRA'ya farklı organların katkısı ve bunun gibi etkenlerce NRA üzerindeki etki şimdiye kadar tam olarak dikkate alınmamıştır.

Gebauer ve Schulze'a (1997) göre enerji ihtiyacı ve bundan dolayı nitrat redüktazın kısa dönem ışıkla dengelenişi, birim biyomas başına NRA'nın genellikle otlarda ağaçlardan daha yüksek olduğu için otlarda ağaçlardan daha önemli olduğu görünmektedir. Araştırmacılar, 5-8 yıllık meşe ağaçlarının ince dal ve saplarının ağacın NRA'sına neredeyse % 30 katkısı olduğunu bulmuşlardır.

Ullrich'e (1992) göre nitratın bitki organlarındaki indirgenme durumu çok açık olmamakla beraber, köklerdeki nitrat indirgenmesinin bitkide gerçekleştirilen tüm nitrat indirgenmesine katkısına göre 3 grup altında toplamak mümkündür. Birinci grubu, temel olarak nitratı köklerde indirgeyen ve tipik olarak odunsu bitkilerin yer aldığı bitkiler oluşturur (Bollard 1956,1960, Pate 1980, Martin ve ark. 1981). İkinci gruptakiler ise hem kök hem de gövdelerinde nitrat indirgeyebilen türlerdir. Birçok tek yıllık ve çok yıllık otsular bu grupta yer alır (Deane-Drummond ve ark. 1979, Crafts-Brandner ve Harper 1982, Andrews ve ark. 1984). Üçüncü grupta temel nitrat indirgenme bölgesi olarak gövdenin yer aldığı, köklerde nitrat indirgenmesinin oluşmadığı veya çok az olduğu türler yer alır. Hızlı gelişen birçok türde gövde nitrat indirgeyen bölgedir (Stewart ve ark. 1987). Genel olarak birçok araştırmacı (Pate 1980, Runge 1983, Mengel 1984, Andrews 1986) odunsu bitkilerin nitratı tercihen köklerinde indirgediğini kabul etmektedir. Fakat Smirnoff ve ark. (1984) ve Al Gharbi ve Hipkin (1984) ise bu durumun her zaman geçerli olmadığını gösteren ilk araştırmacılarıdır. Gebauer ve Stadler (1990) tarafından doğal habitatlarında yetişen 10-13 yaşındaki dişbudak (*Fraxinus excelsior*) ağaçlarının yaprak sapı, gövde eksen kısımları ve ince ve kalın köklerinin nitrat redüktaz aktivitesi (NRA), nitrat içeriği ve yaprakçıkların biyomas oranları araştırılmıştır. *Fraxinus excelsior*'un farklı organları arasındaki nitrat dağılımı otsu bitkilerde bulunanlarla oldukça benzer olup; kuru ağırlık başına en yüksek nitrat konsantrasyonlarının yaprak saplarında olduğu bulunmuştur. Ağaçlarda kabul

gören genel görüşe nazaran belirgin en yüksek nitrat özümlemesinin köklerde değil, bu ağaç türünde gövdelerde en yüksek olduğu saptanmıştır. Kök biyoması toplam yaprakçık biyomasından daha yüksek olduğundan kuru ağırlık başına ve ayrıca toplam biyomas başına en yüksek NRA yaprakçıklarda bulunmuştur. Araştırmacılar elde ettikleri bu sonuçlara göre, *Fraxinus excelsior*'da nitratin tercihen yapraklarda indirgenliğini, buna karşın bu odunsu türün köklerinde indirgenmenin küçük önemde olduğu sonucuna varmışlardır. Aynı araştırmacılar başka bir çalışmayla, güncel toprak nitrat alınabilirliğindeki değişikliklerin ve yaprak senesensinin sebep olduğu yaprak NRA'sı, nitrat konsantrasyonu ve toplam azot konsantrasyonundaki mevsimsel değişimin *Fraxinus excelsior*'da diğer otsu bitkilere göre daha küçük önemde olduğunu belirtmişlerdir (Stadler ve Gebauer 1992).

Al Gharbi ve Hipkin (1984), 40 familyayı temsil eden 100'den fazla türden aldıkları yapraklarda nitrat redüktaz aktivitesini tayin etmişlerdir. Ruderal türlerin yapraklarında orman sınırındaki türlerin yapraklarındakinden daha yüksek aktivitenin olduğunu ortaya koymuşlardır. Nitrat redüktaz aktivitesinin, ruderal türlerde $4.39 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$ orman sınırı türlerinde ise $1.39 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$ olduğunu göstermişlerdir. Odunsu türlerin yapraklarında yaptıkları incelemelerde ise $1.00 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$ 'ten daha düşük aktivitenin olduğunu saptamışlardır.

Gebauer ve ark. (1984), *Rumex obtusifolius* bitkisinin farklı organlarında nitrat redüktaz aktivitesini araştırmışlar ve aktivitenin organlara bağlı olarak farklılık gösterdiğini, en yüksek aktivitenin de yapraklarda olduğunu göstermişlerdir.

Gebauer ve ark. (1988) Orta Avrupa'da azot içeriği bakımından farklı olan 14 örnek alandaki *Asteraceae*, *Chenopodiaceae*, *Ericaceae*, *Fabaceae*, *Lamiaceae*, *Polygonaceae* ve *Urticaceae* familyalarına ait olan 48 tür ile yaptıkları çalışmada bu türlerin nitrat içeriğini, nitrat redüktaz aktivitesini (NRA) ve organik azot içeriğini araştırmışlardır. Çalışmada nitrat içeriği, NRA ve organik N içeriği Ellenberg (1979) tarafından tanımlanan Orta Avrupa damarlı bitkilerinin "azot şekilleri" ile ilişkilendirilmiştir. Bu testlerden elde ettikleri değerlerin Ellenberg (1979) tarafından ortaya konan "N şekilleri" ile paralellik gösterdiğini vurgulamışlardır.

Güteryüz ve Arslan (1999) yüksekliğe bağlı Doğu Akdeniz Bölgesi *Verbascum* L. türlerinde nitrat redüktaz aktivitesini araştırmışlardır. Azot özümleme oranlarının türler arasında, türlerin habitatları arasında ve organları arasında değişim gösterdiğini; nitrat redüktaz aktivitesinin en yüksek değerlerinin tüm türlerde yapraklarda olduğunu bildirmişlerdir.

Arslan ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada Uludağ (Bursa-Türkiye)'ın alpin ve subalpin kuşağında yayılış gösteren 14 endemik türün (*Achillea multifida* (DC.) Boiss., *Carduus olympicus* Boiss. subsp *olympicus*, *Centaurea drabifolia* Sm. subsp *drabifolia*, *Doronicum bithynicum* J.R. Edmondson subsp *bithynicum*, *Scorzonera pygmaea* Sibth. & Sm. subsp *pygmaea*, *Olymposciadum caespitosum* (Sm.) Wolff, *Asyneuma rigidum* (Willd.) Grossh. subsp *rigidum*, *Jasione supina* Sieber subsp *supina*, *Dianthus leucophaeus* Sibth. & Sm. var *leucophaeus*, *Rumex olympicus* Boiss., *Allium flavum* L. subsp *flavum* var *minus*, *Allium olympicum* Boiss., *Festuca punctoria* Sm. ve *Festuca paphlagonica* (St.-Yves) Markgr.-Dannenb. subsp *paphlagonica*) nitrat redüktaz aktivitesi belirlenmiştir. Türler, yapraklarındaki NR aktivitesine göre karşılaştırılmıştır. En yüksek NRA değeri *Rumex olympicus* türünde ($7.34 \pm 2.51 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$), düşük NRA değerleri ise *Allium* türlerinde (*A. flavum* $0.195 \pm 0.113 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$ ve *A. olympicum* $0.128 \pm 0.085 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) saptanmıştır.

Cazetta ve Vilella (2004), tarafından *Brachiaria radicans* Napper bitkisinin yaprak ve gövde dokularındaki nitrat redüktaz aktivitesi ortama verilen farklı azot kaynakları (NaNO_3 , NH_4Cl veya üre ile gübrelenmiş) ve H_2MoO_4 uygulanmış ve uygulanmamış bitkilerde ölçülmüştür. Yaprakların gövdeden 2-3 kat daha yüksek NRA düzeylerine sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, türün gövde yaş ağırlık ve NRA içeriğinin kullanılan farklı azot kaynakları tarafından etkilenmediğini saptamışlardır. Ayrıca, NaNO_3 ile gübrelenmiş ortamdaki bitkilerin NH_4Cl ve üre ortamındaki bireyler ile karşılaştırıldığında (sırasıyla en düşük ve orta puanlarda) en iyi büyümeyi ve NRA değerlerini gösterdiğini bildirmişler; azot yokluğunda Mo uygulamasının NRA'yı artırdığını, ancak yaprak ve çiçek sapı büyümesinin etkilemediği; N varlığında ise

uygulanan Mo düzeylerinin yaprak NRA'sını ve bitki gelişimini sınırladığını tespit etmişlerdir.

Orman altı bitki örtüsünün nitrat özümlemesi açısından önemi çeşitli araştırmacılarca ortaya konulmuştur. Likens ve ark. (1970) ormanların alt bitki örtüsünden mahrum olduğu zaman nitrat süzülmesinin 50 kattan daha fazla artabildiğini bildirmişlerdir. Buchmann ve ark. (1996) ise orman altının hem amonyum ve hem de nitratın alınımlarının ağaçlara göre daha yüksek olduğunu ^{15}N ile işaretli denemelerle göstermişlerdir. Olsson ve Falkengren-Grerup (2003), tarafından meşe ormanlarındaki ağaçlar ile orman altı örtüsü arasında nitrat alınımlarının dağılımı ile ilgili bir çalışma yapılmıştır. Nitrat redüktaz aktivitesi (NRA) ağaç tabakasında meşelerin baskın olduğu üç yaprak döken ormanda ilkbahar, erken yaz ve geç yaz boyunca ölçülmüştür. Orman altının biyomasının toprak üstü toprak altı bölümlerinin ve ağaç tabakasının yaprak ve köklerinin nitrat özümleme kapasiteleri birim biyomas başına NRA ve birim alan başına NRA olarak hesaplanmıştır. Orman altı bölümlerinin toprak üstü kısımlarında birim biyomas başına NRA 0.56 ile 13.6 $\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$ aralığında ve tüm alanlarda ilbaharda en yüksek; birim toprak altı biyomas başına NRA 0.12 ile 0.94 $\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$ aralığında bulmuşlardır. Çalışmada orman altı tabakası tarafından nitrat özümleme ve indirgenmesinin yüksek olabildiğini ve bir orman altı tabakasının varlığının ilbaharda ayrıca yazın da nitratın süzülmesinin azaltılmasında önemli olduğu gösterilmiş ve sonuçlar nitrat süzülmesini azaltmak için orman altı örtüsünün bulunmasının önemi ortaya konulmuştur.

Arslan ve Güteryüz (2005), Akdeniz bölgesinin geofitlerinde yaptıkları araştırmada en yüksek NRA değerlerinin yumrulu ve çoğu soğanlı türlerin yapraklarında olduğunu göstermişlerdir. Nitrat bağlama kapasitesinin geofit türler arasında farklı olduğunu; habitattaki azot kaynağını yansıtırsa bile, aynı alandan toplanan farklı türlerin nitrat bağlama kapasitesindeki farklılıkların nitrat bağlama kapasitesinin türe özgü olduğunu bildirmişlerdir.

Aber ve ark. (1998) toprakta işlevsel köklerin varlığının bitkilerin azot alımı süreci dışında azot döngüsü ve alıkonulması üzerinde etkiye sahip olabildiğini bildirmişlerdir.

3- MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Türün Sistematığı ve Betimi

Alem : *Plantae*

Altalem : *Tracheobionta*

Şube : *Magnoliophyta* Cronquist, Takht. & Zimmerm. Ex Reveal

Sınıf : *Liliopsida* Batsch (Monocyledoneae)

Altsınıf : *Liliidae* J. H. Schaffn.

Takım: *Liliales*

Fam: *Liliaceae*

Asphodelus aestivus Brot. (*Asphodelus microcarpus* Viv.) (TÜBİTAK – Türkiye Taksonomik Tür Veritabanı, 2009)

Çok yıllık. Çiçekli gövdeleri 60-200 cm. Yaprakları kılıç şeklinde, 25-40 cm X 15-30 mm. Çiçek durumu çok dallanmış, yoğun çiçekli salkımsı. Brakteler 5-15 mm, zarımsı ya da yeşilimsi. Çiçek sapları ortada eklemli. Periant segmentleri pembe veya kahverengimsi orta damarlı beyaz renkte, 10-15 mm. Stamenler hemen hemen eşit. Kapsül 5-7 mm ters oval, enine buruşuk. Mart ve haziran aylarında çiçeklenir. Yayılış rakımı 900 m'e kadar (Davis 1965).

Kök yumruları, bazı ülkelerde kurutulup suda kaynatılarak müsilajımsı bir ürün elde edilip Çiriş otu ekmeği yapmak için tahıl ve patates ile karıştırılmaktadır. İspanya ve başka ülkelerde, kök yumruları büyükbaş hayvan, özellikle de koyun yemi olarak kullanılmaktadır. Perslerde, kuvvetli bir zamp, kurutulup toz hale getirdikten sonra soğuk su ile karıştırılan kök yumrularından yapılmaktadır. *Asphodelus*'un kök yumruları "Tsinisse" adıyla doğu ülkelerinde müsilaj olarak ve salep tozuna karıştırılarak kullanılmaktadır (Sawidis ve ark. 2005).



Şekil 3.1. *Asphodelus aestivus* (*A. microcarpus* Viv.) türünün genel görünüşü

3.2. Alandan Bitki ve Toprak Örneklerinin Alınması

A. aestivus türünün bir yıl boyunca organlarındaki nitrat redüktaz aktivitesini belirlemek için Taşpınar köyü (Nilüfer, Bursa) yakınındaki bozulmuş çalılık alandan bir örneklik alan (120 m) seçildi (Taşpınar I). Bu alanda *Phillyrea latifolia* L. egemen olup yer yer *Jasminum fruticans* L., *Pyrus amygdaliformis* Vilm. gibi diğer çalı türleri yayılış göstermektedir. *A. aestivus*, bozuk çalılık şeklindeki bu alanın açıklık kısımlarında egemen haldedir.

Çalışmanın sonunda (çiçeklenme dönemi olan Nisan ayında) önceki örneklik alana ilaveten üç örneklik alan (Uluabat köyü, Bursa-İzmir Yolu ve Taşpınar II) daha seçildi. Uluabat köyü örneklik alanı, Bursa-İzmir yolu ile Uluabat köyü arasındaki yolun kenarında yer alan çayırılık alandan; Bursa-İzmir Yolu örneklik alanı şehirlerarası yol kenarından ve Taşpınar II örneklik alanı ise Taşpınar köyü yakınındaki hayvan gübresinin biriktirildiği çayırılık alandan seçildi.

Bitkilerin toprak altı kısmı kürekle tamamen çıkarıldı. Bitki örnekleme sırasında kök yumrularının etrafındaki toprak 4 mm'lik standart elekten elenip elek altına geçen kısım mineral azot analizleri için naylon torbalara kondu. Bitki ve toprak örnekleri buz kutusunda (+4 °C) en kısa sürede laboratuara getirildi.

Laboratuara getirilen toprak örnekleri analizlere kadar buzdolabında (+4 °C) saklandı. Bitki örnekleri hemen yaprak, gövde, çiçek ve kök yumruları şeklinde ayrılıp önce çeşme suyu sonra saf su ile dikkatlice yıkandı.

3.3. Toprak Analizleri

Laboratuara getirilen taze toprak örneklerinin önce yaş ağırlıkları belirlenmiş sonra da toprak örnekleri kurutma dolabında ağırlıkları sabitleşinceye kadar bekletildi (24

saat, 105°C). Belirlenen yaş ve kuru ağırlıklar arasındaki farktan hareketle toprağın örnek alma tarihindeki nemi saptandı.

Toprakta mineral azot tayininde mikro-destilasyon yöntemi (Bremner ve Keeney, 1965'e göre Gerlach, 1973) kullanıldı. Toprak örneklerden 40 g örnek alınarak 500 ml'lik erlen-mayer içine konuldu. Üzerine 100 ml %1'lik $KAl(SO_4)_2$ çözeltisi ilave edildikten sonra düşey dönerli çalkalama cihazında 7 dakika/devir'de 30 dakika çalkalandı ve Whatman 42 süzme kağıdı ile süzülerek gerekli süzüntü elde edildi. Süzüntü içine mikrobiyal faaliyeti engellemek için bir miktar thymol kristali ilave edilerek mineral azot analizi yapıncaya kadar buzdolabında saklandı. Elde edilen toprak süzüntüsünden 20'şer ml alınarak mikro-kjeldahl cihazının iki ağızlı balonlarına konuldu. Önce süzüntüye 0.2 g MgO ilave edilerek buhar verildi. Çözeltideki amonyumun amonyağa dönüşmesi, bunun da soğutucudan geçerek içinde 200 µl karışık indikatör bulunan % 2'lik 5 ml borik asit tarafından amonyum borat olarak tutulması sağlandı. Altlıkta biriken amonyum borat çözeltisinden 0.005 N H_2SO_4 ile geri titre edilerek NH_4^+ miktarı belirlendi. Bundan sonra geri soğutucu altına ikinci bir altlık yerleştirildi ve yan kapakçıklar ile balondaki aynı çözeltiye 0.2 g Devardas konularak bazikleşen bu ortamda NO_2^- ve NO_3^- şeklindeki azotun amonyağa dönüşmesi sağlandı. Azot miktarına göre menekşeden yeşil renge dönüşen altlıktaki çözelti 0.005 N H_2SO_4 ile geri titre edildi ve titrasyon sırasında harcanan miktardan hareketle mineral azot (NO_3^-) tayin edildi (Güleryüz 1992).

3.4. Bitki Kısımlarında Nitrat Redüktaz Aktivitesinin Tayini

Yöntem, inkübasyon ortamında nitratın Nitrat Redüktaz (NR) ile indirgenmesiyle oluşan nitritin (NO_2^- -N) spektrofotometre ile ölçümüne dayanmakta olup, Hageman ve Hucklesby (1971) ile Jaworski (1971) tarafından geliştirilen ve Gebauer ve ark. (1984) tarafından değiştirilen bir *in vivo* yöntemdir. Nitrat redüktazın çabuk bozulabilir bir enzim olması nedeniyle Nitrat Redüktaz Aktivite (NRA) testi için araziden alınan bitkiler plastik torbalar içerisinde en kısa sürede laboratuara getirildi. Nitrat Redüktaz Aktivitesi (NRA) iki aşamada tayin edildi. İlk aşamada laboratuara getirilen bitkiler önce musluk suyuyla daha sonra saf su ile yıkandı. Yıkama işleminden sonra bitkilerin

NRA testi uygulanacak organları 0.5-1 cm'lik parçalara ayrıldı. Elde edilen bitki parçaları içerisinde 5 ml. tampon çözelti içeren (tampon çözelti: 0.08 M KNO₃, 0.25 M KH₂PO₄, % 1.5'luk propanol içermekte olup, pH'sı 7.5'e ayarlandı) ve inkübasyon plağı üzerine monte edilmiş kahverengi şişeler içerisinde konuldu. Şişelerden birisi içine tampon solüsyonlardan konmadı, bu tüp kör olarak kullanıldı. Oksijensiz bir ortam hazırlamak için inkübasyon plağına vakumlama işlemi uygulandı ve daha sonra gaz halinde azot verildi ve inkübasyona bırakıldı. Bu işlem iki kez tekrarlandı. İnkübasyon, karanlık ve oksijensiz ortamda 30 °C'deki su banyosunda hafif salınımla 2 saat süreyle yapıldı. Bitki parçaları su banyosunda inkübe edilirken, tüpler içerisine 0.4 ml saf su konduktan sonra üzerlerine inkübasyon sırasında tampon çözeltiye geçen nitrit ile reaksiyona girerek pembe renk veren 0.6 ml *sülfanilamid* ve *α-naftiletilediamin* karışımı eklendi. İnkübasyon işlemi tamamlandıktan sonra su banyosundan çıkarılan şişeler içindeki solüsyonlardan 1000 µl (veya 400 µl) alınarak *sülfanilamid* ve *α -naftiletilediamin* içeren tüplere sırayla kondu. Tüplere tampon çözeltilerden ilave etme işlemi tamamlandıktan sonra 20 dakika karanlık bir ortamda bekletildi. Bu sırada spektrofotometre 540 nm dalga boyuna getirilerek kör içeren tüpteki solüsyonla sıfırlandı. Nitritin solüsyondaki miktarı absorpsiyon ile kolorimetrik olarak spektrofotometrede ölçüldü. Okuma işlemi tamamlandıktan sonra su banyosundan çıkarılan kahverengi şişeler içindeki bitki parçaları süzülüp petrilere alındı. Petriler içinde ağırlıkları sabitleşinceye kadar (105 °C'de 24 saat) kurumaya bırakıldı. Kuruyan bitki parçaları tartılarak kuru ağırlıkları (KA) kaydedildi.

Tüplerdeki solüsyonların absorpsiyon değerleri (Y) sırayla okundu. Alınan tampon çözelti miktarına göre formüldeki faktör (f) değeri değişmektedir. Test işlemine başlamadan önce en az 10 farklı konsantrasyonda hazırlanmış KNO₂ çözeltisinin absorpsiyon değeri spektrofotometre ile ölçülerek kalibrasyon eğrisi hazırlandı. $Y = mx + b$ eşitliği kullanılarak m ve b değerleri hesaplandı. Elde edilen Y ve KA değerleri aşağıda verilen formülde yerine konarak NRA $\mu\text{mol NO}_2 \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$ olarak hesaplandı.

$$NRA \left[\frac{\mu\text{molNO}_2}{KAxh} \right] = \frac{(Y - b)x5}{mfxhxKA} \quad (3.1.)$$

Formüldeki semboller şu kavramları ifade etmektedir:

Y: Spektrofotometrede 540 nm dalga boyundaki solüsyonun absorpsiyon değeri,

KM: Bitkisel kuru ağırlık,

h: İnkübasyon süresi,

m: Kalibrasyon eğrisinin eğimi,

f: Faktör (İnkübasyondan sonra elde edilen solüsyondan alınan miktar - μ l),

b: Spektrofotometre aygıtının sapma değeri

3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi ve Uygulanan İstatistik Yöntemler

Bitki organlarının ve topraktaki mineral azot değerlerinin ortalamaları alınarak mevsimsel değişim değerlendirildi. Bitki örneklerinin organlarındaki NRA değerleri ve toprak örneklerinin mineral azot içeriklerine göre türün farklı populasyonlarının karşılaştırılması bir-yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) ile test edildi. Populasyonlar arasındaki fark grupları Tukey HSD testi ile belirlendi. Ayrıca, populasyonlardan alınan bitki örneklerinin yaprak, çiçek durumunu taşıyan dal, çiçek ve kök kısımlarının içerdiği NRA değerleri ile toprak nitrat içerikleri arasındaki ilişki basit korelasyon testi ile analiz edildi. Tüm istatistik testleri Statistica Ver. 6.0 paket programı (StatSoft Inc., 1984-1995) ile α ;0.05 anlamlılık düzeyinde sınıandı.

4-BULGULAR

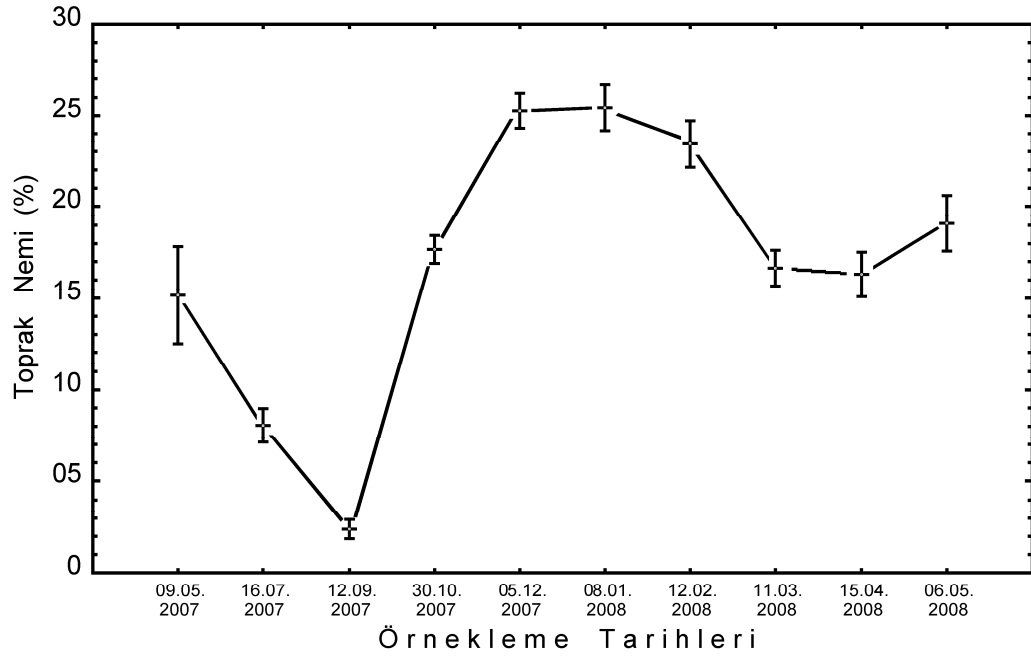
A. aestivus bitkisinin bulunduğu alanın toprağında su içeriği (%), mineral azot içeriği ($\text{mg N}_{\text{min}} / 100 \text{ g kuru toprak}$) ile bitki kısımlarının (yumru kökler, çiçek taşıyan dallar, yaprak ve çiçek) nitrate redüktaz aktivitesinin ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{kuru madde}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) bir yıl boyunca değişimi Taşpınar I örneklik alanında 09.05.2007 ile 06.05.2008 tarihleri arasında araştırıldı. Taşpınar I'den alınan toprakların su içerikleri (%) mevsimsel değişim göstermektedir (Çizelge 4.1; Şekil 4.1). Ekim ayının sonunda artmaya başlayan (%18) toprak su içeriği Aralık ve Ocak aylarında en yüksek orana (% 25) çıkmaktadır.

Aynı istasyondaki toprak $\text{NO}_3^- \text{-N}$ ($\text{mg N}_{\text{min}} / 100 \text{ g kuru toprak}$) içeriği mevsime bağlı değişim gösterirken, fakat $\text{NH}_4^+ \text{-N}$ içeriğindeki değişimin belirgin olmadığı tespit edildi (Çizelge 4.1; Şekil 4.2). Toprak nitrat içeriği Ekim ile Aralık aylarında en yüksek düzeye çıkarken ($9.45 \pm 0.20 \text{ mg N}_{\text{min}} / 100 \text{ g kuru toprak}$), Ocak ayının başında düşüş gösterdiği saptandı.

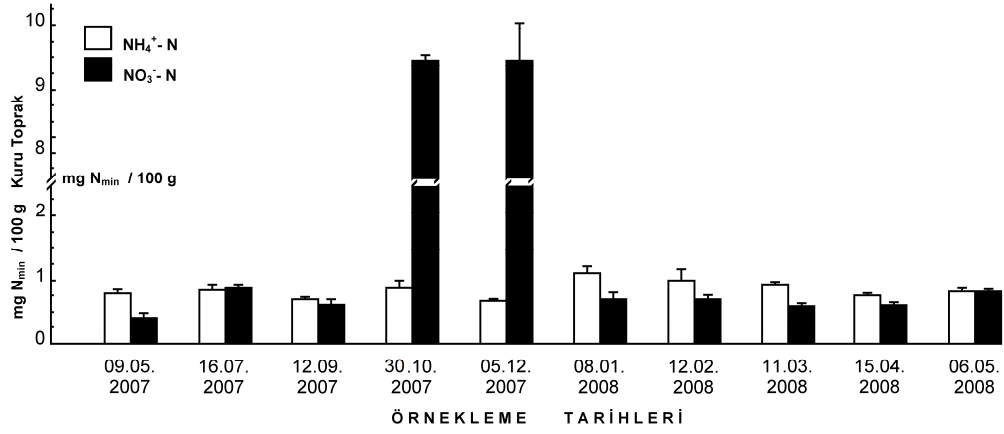
Toprak nitrat içeriğindeki mevsimsel dalgalanmalar *A. aestivus* bitkilerinin yapraklarının NRA içeriklerinde yansıtılmaktadır. Yaprak nitrat redüktaz aktivitesi Ekim ayı sonunda artmaya başlarken ($1.78 \pm 0.09 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) en yüksek düzeye ($4.48 \pm 0.34 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) Aralık ayında ulaştığı saptandı. Yaprak NRA içerikleri ilkbahar aylarında azalış gösterdi (Şekil 4.3). Aralık ayında çıkan çiçek taşıyan dalların nitrat redüktaz aktivitesi Şubat ayında alınan bitki örneklerinde artış gösterdi ($0.27 \pm 0.03 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$). Bu türün fenolojisine göre, nitrat çiçekler tarafından Nisan ($0.53 \pm 0.04 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) ve Mayıs ($0.63 \pm 0.07 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) aylarında özümленmektedir. NRA her örnekleme tarihinde alınan bitkilerin yumrulu köklerinde ölçüldü. Bu kısımların NRA içerikleri 0.06 ± 0.01 ile $0.17 \pm 0.02 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$ arasında değişmektedir (Çizelge 4.1; Şekil 4.3).

Çizelge 4.1. Taşpınar I örneklik alanında ölçülen toprak nemi (%), mineral azot ($\text{NH}_4^+\text{-N}$ ve $\text{NO}_3^-\text{-N}$) ve *A. aestivus* bitkisinin organlarının Nitrat Redüktaz Aktivitesinin ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) yıl içindeki değişimi

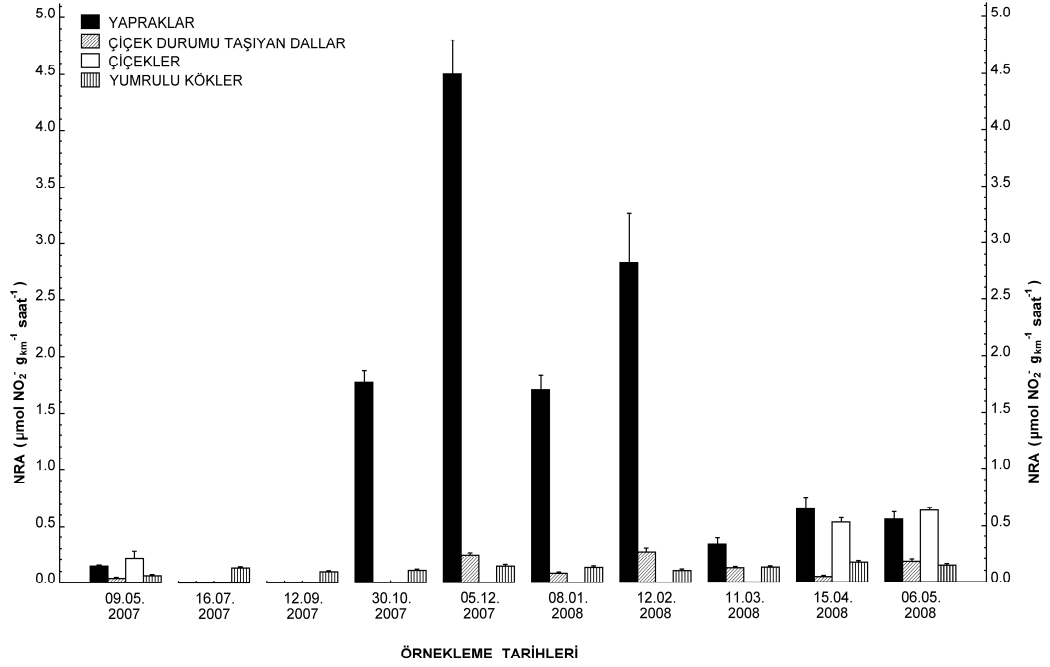
Örnek Alma Tarihleri	Toprak Nemi (%)	Aktüel Mineral Azot ($\text{mg N}_{\text{min}} / 100 \text{ g kuru toprak}$)		Nitrat Redüktaz Aktivitesi (NRA) ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$)			
		$\text{NH}_4^+\text{-N}$	$\text{NO}_3^-\text{-N}$	Yumurru	Gövde	Yaprak	Çiçek
09/05/07	15 ± 2	0.77±0.07	0.40±0.07	0.06±0.01	0.04±0.01	0.14±0.01	0.21±0.08
16/07/07	8 ± 1	0.85±0.07	0.86±0.06	0.13±0.01			
12/09/07	2 ± 0	0.70±0.03	0.61±0.07	0.10±0.01			
30/10/07	18 ± 1	0.86±0.12	9.45±0.08	0.11±0.01		1.78±0.10	
05/12/07	25 ± 1	0.68±0.02	9.44±0.59	0.14±0.01	0.24±0.02	4.48±0.35	
08/01/08	25 ± 1	1.11±0.09	0.69±0.09	0.13±0.01	0.08±0.01	1.69±0.14	
12/02/08	23 ± 1	1.00±0.15	0.71±0.06	0.10±0.01	0.27±0.03	2.84±0.43	
11/03/08	17 ± 1	0.92±0.04	0.59±0.04	0.13±0.01	0.12±0.01	0.33±0.06	
15/04/08	16 ± 1	0.75±0.04	0.59±0.05	0.17±0.02	0.05±0.01	0.65±0.09	0.53±0.04
06/05/08	19 ± 12	0.82±0.06	0.81±0.05	0.14±0.01	0.17±0.02	0.55±0.07	0.63±0.03



Şekil 4.1. Taşpınar I örneklik alanında ölçülen toprak nemi (%) yıl içindeki değişimi



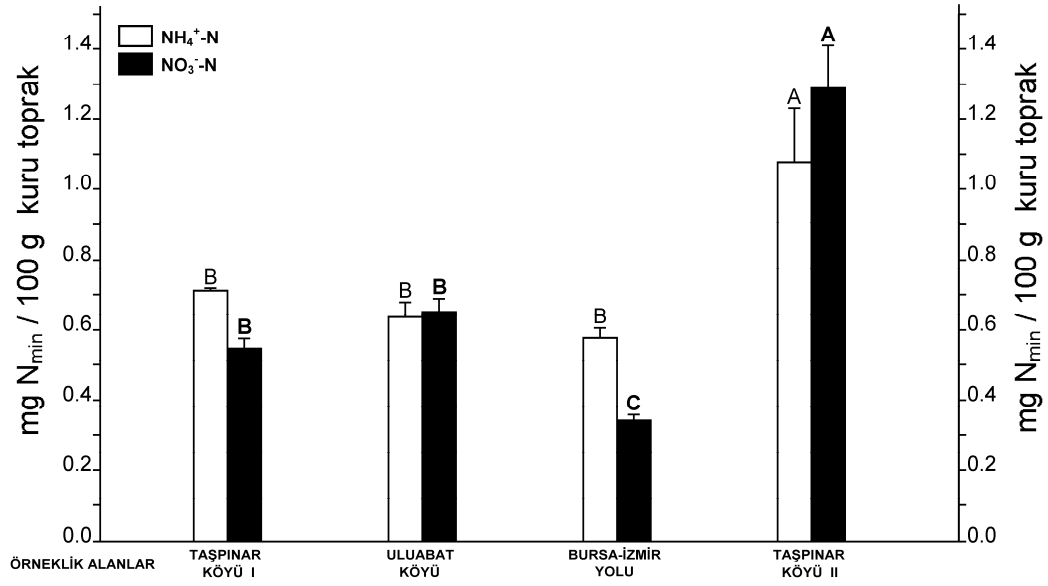
Şekil 4.2. Toprakta mineral azotun (NO₃⁻-N ve NH₄⁺-N; mg N_{min} / 100 g kuru toprak) yıl içindeki değişimi (n=6)



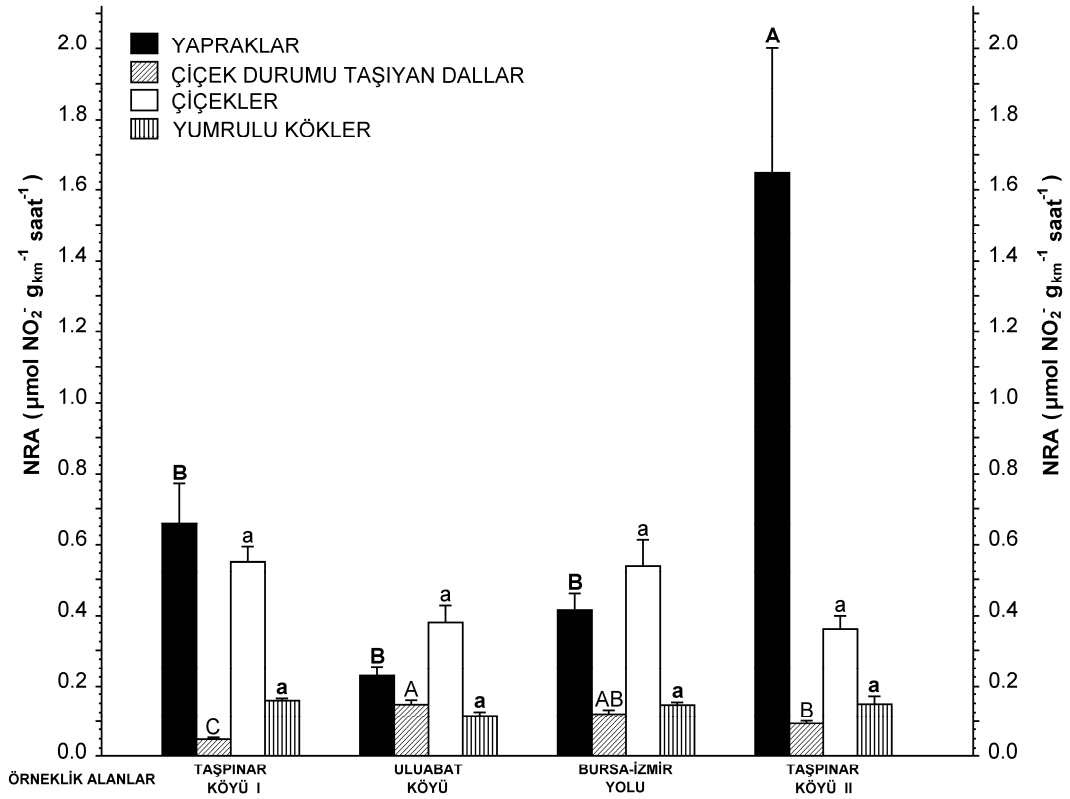
Şekil 4.3. Taşpınar köyü populasyonundan toplanan bireylerin farklı organlarında yıl içindeki NRA değişimi (n=6)

A. aestivus türünün farklı populasyonları arasında inorganik azot içerikleri (NH_4^+ -N ve NO_3^- -N) ve toprak nem içeriklerinde anlamlı farklılıklar tespit edildi ($P < 0.05$). Toprak NH_4^+ -N ve NO_3^- -N içerikleri Taşpınar alan II'de en yüksektir (Çizelge 4.2; Şekil 4.4).

A. aestivus türünün yaprak ve çiçek taşıyan dallarında NRA'da örneklik alanlar arasında anlamlı fark bulundu ($P < 0.05$) (Çizelge 4.2; Şekil 4.5). En yüksek ortalama nitrat redüktaz aktivitesi Taşpınar alan II'den alınan bitkilerde saptandı. Diğer alanlardaki bitkilerde yaprak NRA değerleri birbirlerine göre benzerdir (Çizelge 4.2; Şekil 4.5). Çiçek taşıyan dallardaki en yüksek nitrat redüktaz aktivitesi (0 and 0.15 ± 0.01 μmol) Uluabat Köyü örneklik alanındaki bitkilerde saptandı. Örneklik alanlar arasında çiçeklerde ve yumrulu köklerdeki ortalama NRA'da anlamlı fark bulundu ($P > 0.05$) (Çizelge 4.2; Şekil 4.5).



Şekil 4.4. Farklı habitatlardaki populasyonların toprağındaki mineral azotun (NO_3^- -N ve NH_4^+ -N; $\text{mg N}_{\text{min}} / 100 \text{ g}$ kuru toprak) alanlar arasındaki değişimi ($n=5$).



Şekil 4.5. Farklı habitatlardaki populasyonlardan toplanan çiçekli bireylerin farklı organlarındaki NRA değerlerinin karşılaştırılması ($n=5$)

Çizelge 4.2. Akdeniz bitki coğrafyası bölgesinde yayılış gösteren *A. aestivus* Brot. (Liliaceae) türünün farklı habitatlardaki populasyonlardan toplanan çiçekli bireylerin farklı organlarındaki NRA ile toprak nemi ve mineral azot değerlerine göre karşılaştırılması [Farklı harfler Tukey's HSD testine göre gruplar arasındaki farkı göstermektedir (anlamlılık düzeyi α ;0.05). Ortalama \pm Standart Hata, n = 5; km: kuru madde]

Örneklilik Alan	Toprak Nemi (%)	Aktüel Mineral Azot (mg N _{min} / 100 g kuru toprak)		Nitrat Redüktaz Aktivitesi (NRA) ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$)			
		NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Yumurru	Gövde	Yaprak	Çiçek
		Taşpınar I	17 ^{AB} \pm 1	0.71 ^B \pm 0.01	0.55 ^{BC} \pm 0.03	0.15 ^A \pm 0.01	0.05 ^C \pm 0.00
Uluabat	20 ^A \pm 2	0.63 ^B \pm 0,05	0.65 ^B \pm 0.04	0.11 ^A \pm 0.01	0.15 ^A \pm 0.01	0.23 ^B \pm 0.03	0.37 ^A \pm 0.06
İzmir yolu	8 ^B \pm 2	0.58 ^B \pm 0.03	0.34 ^C \pm 0.02	0.14 ^A \pm 0.01	0.12 ^{AB} \pm 0.01	0.41 ^B \pm 0.05	0.53 ^A \pm 0.07
Taşpınar II	20 ^A \pm 3	1.08 ^A \pm 0.16	1.29 ^A \pm 0.12	0.15 ^A \pm 0.02	0.09 ^B \pm 0.01	1.65 ^A \pm 0.35	0.36 ^A \pm 0.04
Genel	16 \pm 2	0.75 \pm 0.06	0.71 \pm 0.08	0.14 \pm 0.01	0.10 \pm 0.01	0.74 \pm 0.15	0.45 \pm 0.04

Dört populasyonun yaprak NRA değerleri ile toprak NO_3^- -N içerikleri arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edilirken ($r=0.780$; $P<0.05$), çiçek NRA değerleri ile toprak NO_3^- -N içerikleri arasında anlamlı negatif korelasyon ($r=-0.446$; $P<0.05$) tespit edildi. Tütün diğer organlarının NRA içerikleri ile toprak nitrat içerikleri arasındaki korelasyon anlamlı değildi ($P>0.05$) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Toprak NO_3^- -N içeriği ($\text{mg N}_{\text{min}} / 100 \text{ gr kuru toprak}$) ile bitki organlarının nitrat redüktaz aktivitesi ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1} \text{ saat}^{-1}$) arasındaki basit korelasyon katsayıları, anlamlılık düzeyleri ve regresyon denklemleri ($n=20$, $\alpha;0.05$; $P<0.05$ ilişki anlamlı, $P> 0.05$ ilişki anlamsız).

Parametreler	r	P	Y= a+bx
Yaprak NRA	0.780	0.000	$\text{NRA} = -0.2293 + 1.3695x\text{NO}_3^- - N$
Çiçek NRA	-0.446	0.048	$\text{NRA} = 0.5713 - 0.16685x\text{NO}_3^- - N$
Gövde NRA	-0.043	0.856	$\text{NRA} = 0.1043 - 0.0049x\text{NO}_3^- - N$
Kök NRA	-0.026	0.914	$\text{NRA} = 0.1406 - 0.00221x\text{NO}_3^- - N$

5-TARTIŞMA VE SONUÇ

A. aestivus'un toprak nem içeriğindeki değişiklikler tipik bir Akdeniz iklimini tanımlamaktadır; toprak nemi sonbaharda en yüksek olup onu daha sonra kış ve ilkbahar dönemleri izlemektedir (Aschmann 1973). Yüksek su alınabilirliğine nispeten bu dönemler boyunca, azot ekosistem aktivitesi için en fazla sınırlayıcı faktör olabilmektedir (Hooper ve Johnson 1999). Bu model yağışlı dönemler boyunca topraktaki yüksek nitrat içeriği ile uyumlu olmaktadır. Sonbahar ve kışta önemli derecede daha yüksek olan toprak nitrat içeriği mevsimsel dalgalanmalar göstermektedir. Bu dalgalanmalar esasen Akdeniz yazı boyunca minimum değerinde olan toprak nemindeki değişikliklerle ilişkilendirilmektedir.

A. aestivus ayrıca toprak nemi ve alınabilir nitrat içeriğindeki değişime bağlı olarak yıllık nitrat özümlemesi göstermektedir. Bu yapraklardaki nitrat özümlemesinde çok belirgindir. Bu türün yaprak nitrat redüktaz aktivitesi sonbahar ve kışın artan harici nitrat içeriği ile artış göstermektedir. NR substratı tarafından uyarılabilir bir enzim olduğundan dolayı (Solomonson ve Barber 1990, Tischner ve ark. 1993) NR aktivitesi artan nitrat içeriğine bağlı olarak artmaktadır. Bu yüzden, bir bitkinin nitrat redüktaz aktivitesinin habitattaki nitrat kaynağını yansıttığı varsayılmaktadır (Lee ve Stewart 1978).

A. aestivus populasyonları arasında yaprak NRA'sındaki farklılık bu varsayımı desteklemektedir çünkü en yüksek yaprak NRA'sı nitratça zengin ortamlardaki *A. aestivus* bitkilerinde ölçülmüştür (Çizelge 4.2). Aynı zamanda *A. aestivus*'un yaprak NRA'sı ve toprağın güncel NO_3^- içeriği arasındaki pozitif korelasyon nitrat kullanımında çevredeki nitrat kaynağının bir indikatörü olan bu anahtar enzimin aktivitesini göstermektedir (Çizelge 4.3). Toprak nitrat kaynağıyla ilişkili olan nitrat özümlemesi, bu türün bazı koşullarda ruderal bir tür gibi davrandığını göstermektedir. Örneğin, Aralık ayında ölçülen en yüksek yaprak NRA içeriği (Çizelge 4.1; Şekil 4.3)

bazı ruderal türlerin yaprak NRA değerlerine yakındır (Lee ve Stewart 1978, Al Gharbi ve Hipkin 1984, Güteryüz ve Arslan 1999, Arslan ve ark. 2001).

Yüksek yaprak NRA değerleri bu türün ana nitrat indirgeme kısmının yapraklar olduğunu göstermektedir. Genel kuralla çoğu otsu bitkinin nitrata tercihen yapraklarda indirgelediği konusunda görüş birliği vardır (Pate 1980, Gebauer ve ark. 1988, Arslan ve Güteryüz 2005). Her ne kadar en yüksek NRA *A. aestivus*'un yapraklarında bulunmuş olsa da, çiçekler gibi diğer bitki kısımlarında da nitrat indirgeme yeteneği mevcuttur. Ayrıca bir yıl boyunca yumrulu köklerde ölçülen NRA bu türün nitrat kullanım kapasitesine bu organların katkısını göstermektedir. Yumrulu köklerin sadece besin ve biyomasın devamlı bir rezervini teşkil etmediğini aynı zamanda azot metabolizmasında rol oynadığı sonucuna varılabilmektedir. Pantis (1993) kurak dönemler boyunca bu organlardaki N alınımının bitki ile mantarın karşılıklı olarak mutualistik ilişkilerinin bir sonucu olabileceğini ileri sürmektedir. Farklı organlardaki özellikle yapraklardaki etkin nitrat kullanımı tüm Akdeniz bölgelerinde yayılması için bitki yeteneğine katkı sağlayan bir uyum stratejisi olarak göz önünde tutulabilir. Bu, Akdeniz iklim özelliklerine karşı koymak için bu türün kapasitesini yansıtmaktadır (Pantis ve ark.1994, Rhizopoulou ve ark.1997). Bozulmuş alanlarda nitrat kaybı başlıca çevresel bir problem olduğundan dolayı (Vitousek ve ark. 1979), bitkilerce etkin nitrat kullanım kapasitesi nitrat kaybını önlemek için çok önemli bir araçtır. Etkin nitrat kullanımı bir bitkinin NRA'sıyla ilişkilidir ve ortamdan nitrat kaybını önlemek için metabolik bir süreçtir. Olsson ve Falkengren-Grerup (2003) meşe ormanlarındaki orman altı türlerin yüksek NRA yoluyla nitrat süzülmesinin önlenmesinde önemli bir rol oynadığını bildirmişlerdir. Yüksek derecede bozulmuş alanlarda toprak azot eksikliğinden sıkıntı çeken türler arasında zaten bir rekabet vardır. Bu nedenle *A. aestivus*'un yüksek NRA kapasitesinin bu bitkiye bu alanlarda koloni kurma olanağı sağladığını söyleyebiliriz.

A. aestivus diğer geofit türlerle karşılaştırıldığında *A. aestivus*'un yaprak NRA'sı ($1.64 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1}\text{saat}^{-1}$) Akdeniz çevresinden birçok geofit türün yaprak NRA'sından daha yüksektir (örneğin: *A. scorodoprasum* ($0.23 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1}\text{saat}^{-1}$), *Iris suaveolens* ($0.12 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1}\text{saat}^{-1}$), *Muscari neglectum* ($0.22 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1}\text{saat}^{-1}$) *Leucojum aestivum* ($0.32 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1}\text{saat}^{-1}$), *Ornithogalum nutans*

($0.74 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1}\text{saat}^{-1}$), *Anemone coronaria* ($0.47 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1}\text{saat}^{-1}$), *Crocus chrysanthus* ($0.42 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1}\text{saat}^{-1}$) ve *Fritilaria bithnica* ($0.06 \mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}_{\text{km}}^{-1}\text{saat}^{-1}$) (Arslan ve Güteryüz 2005). Yüksek nitrat özümlene kapasitesinin Akdeniz çevresindeki bozulmuş alanlarda Asfodel çöllerde vejetasyon örtüsünde *A. aestivus*'un egemenliğinde önemli bir faktör olduğu kabul edilmektedir (Naveh 1973, Pantis ve Margaritis 1988, Pantis ve Stamou 1991).

Bulgularımız nitratın esasen *A. aestivus*'un yapraklarında özümlendiğini göstermektedir. Bununla birlikte, üreme organlarını da kapsayan diğer bitki kısımları da nitrat özümlemesine katkı sağlamaktadır ve Akdeniz çevrelerindeki bozulmuş alanlara bu türün yayılma yeteneğini artırmaktadır. Bu türün toprak üstü kısımlarında topraktaki nitratın mevsimsel değişimleriyle ilişkili olarak bu ekosistemlerin dalgalanmalarıyla uyumlu mevsimsel bir nitrat özümlene modeli olduğu ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

ABER, J., W. MCDOWELL, K. NADELHOFFER, A. MAGILL, G. BERNTSON, M. KAMAKEA, S. MCNULTY, W. CURRIE, L. RUSTAD, I. FERNANDEZ. 1998. Nitrogen saturation in temperate forest ecosystems. *Bioscience*, 48:921-934.

AKA, H., C. DARICI. 2004. Carbon and Nitrogen Mineralization of Lead Treated Soils in the Eastern Mediterranean Region, Turkey. *Soil and Sediment Contamination*, 13: 255- 265.

AL GHARBI, A., C.R. HIPKIN. 1984. Studies on nitrate reductase in British Angiosperms. I. A comparison of nitrate reductase activity in ruderal, woodland-edge and woody species. *New Phytologist*, 97:629-639.

ANDERSON, J. M. 1973. Stand structure and litter fall of a coppiced *Fagus sylvatica* and sweet chestnut *Castanea sativa* woodland. *Oikos*, 24:128-135.

ANDREWS, M. 1986. The partitioning of nitrate assimilation between root and shoot of higher plants. *Plant, Cell and Environment*, 9:511-519.

ANDREWS, M., J.M. SUTHERLAND, R.J. THOMAS, J.I. SPRENT. 1984. Distribution of nitrate reductase activity in six legumes: the importance of the stem. *New Phytologist*, 98:301-310.

ARGYROPOULOU, M.D., M.D. ASIKIDIS, G.D. IATROU, G.P. STAMOU. 1994. Colonization patterns of decomposing litter in a maquis ecosystem. *European Journal of Soil Biology*, 29(3-4):183-191.

ARSLAN, H., G. GÜLERYÜZ, M. GÖKÇEOĞLU. 2001. A comparative study on nitrate reductase activity (NRA) of some endemic plants from Uludağ national park. *Anadolu University Journal of Science and Technology*, 2(1):51-56.

ARSLAN, H., G. GÜLERYÜZ. 2002. Yüksek Bitkilerde Azotun Asimilasyonu. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(1):13-30.

ARSLAN, H., G. GÜLERYÜZ. 2005. A study on nitrate reductase activity (NRA) of geophytes from Mediterranean environment. *Flora*, 200:434-443.

ASCHMANN, H. 1973. Distribution and peculiarity of Mediterranean ecosystem. In: F. Di Castri, H.A. Mooney (Editors), *Mediterranean Type Ecosystems*. Springer-Verlag, Berlin, p.11-19.

AYYAD, M.A. 1976. Vegetation and Environment of the western Mediterranean coastal-land of Egypt. IV. The habitat of non-saline depressions. *Journal of Ecology*, 64:713-722.

AYYAD, M.A., S.H. HILMY. 1974. The distribution of *Asphodelus microcarpus* and associated species on the western Mediterranean coast of Egypt. *Ecology*, 55:511-524.

- BEEVERS, L., R.H. HAGEMAN. 1983. Uptake and reduction of nitrate: Bacteria and Higher Plants. In: A. Lauchli, R.L. Bielecki (Editors), *Encyclopedia of Plant Physiology*, New Series. Vol:15a, p.351-37.
- BLONDEL, J. 2006. The 'Design' of Mediterranean Landscapes: A Millennial Story of Humans and Ecological Systems during the Historic Period. *Human Ecology*, 34:713-729.
- BOLLARD, E.N. 1956. Nitrogenous compounds in plant xylem sap. *Nature*, 178: 1189-1190.
- BOLLARD, E.N. 1960. Transport in the xylem. *Annual Review of Plant Physiology*, 11:141-166.
- BREMNER, J.M., D.R. KEENEY. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analytica Chimica Acta*, 32:485-495.
- BUCHMANN, N., G. GEBAUER, E.D. SCHULZE. 1996. Partitioning of ¹⁵N-labeled ammonium and nitrate among soil, litter, below and above-ground biomass of trees and understory in a 15-yearold *Picea abies* plantation. *Biogeochemistry*, 33:1-23.
- CAMPBELL, W.H. 1999. Nitrate reductase structure, function and regulation: Bridging the Gap between Biochemistry and Physiology. *Annual Review of Plant Molecular Biology*, 50:277-303.
- CAZETTA, J.O., L.C.V. VILLELA. 2004. Nitrate reductase activity in leaves and stems of tanner grass (*Brachiaria radicans* Napper). *Scientia Agricola* (Piracicaba, Braz.), 61:640-648.
- CHAPIN, III F.S., A.J. BLOOM, C.B. FIELD, R.H. WARING. 1987. Interactions of environmental factors in controlling plant growth. *Bioscience*, 37:49-57.
- CRAFTS-BRANDNER, S.J., J.E. HARPER. 1982. Nitrate reduction by roots of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seedlings. *Plant Physiology*, 69:1298-1303.
- DAHLGREN, R.M.T., H.T. CLIFFORD, P.F. YEO. 1985. *The Families of the Monocotyledons*. Springer, Berlin.
- DAVIS, P.H. 1965. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 8, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- DEANE-DRUMMOND, C.E., D.T. CLARCKSON, C.B. JOHNSON. 1979. The effect of shoot removal and malate on the activity of nitrate reductase assayed in vivo in barley roots (*Hordeum vulgare* cv. Midas). *Plant Physiology*, 64:660-662.
- DIAZ LIFANTE, Z. 1996. Reproductive biology of *Asphodelus aestivus* (Asphodelaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 200:177-191.
- ELLENBERG, H. 1977. Stickstoff als Standortsfaktor, insbesondere für mitteleuropäische Pflanzengesellschaften. *Oecologia Plantarum*, 12:1-22.
- ELLENBERG, H. 1979. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas *Scripta Geobotanica*. Bd 9. Goltze. Göttingen.

- FISK, M.C., S.K. SCHMIDT. 1995. Nitrogen mineralization and microbial biomass nitrogen dynamics in 3 alpine tundra communities. *Soil Science Society of America Journal*, 59:1036-1043.
- FOSTER, M.M., P.M. VITOUSEK, P.A. RANDOLPH. 1980. The effects of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) on nutrient cycling in a 1st-year old-field. *American Midland Naturalist*, 103:106-113.
- GEBAUER, G., A. MELZER, H. REHDER. 1984. Nitrate content and nitrate reductase activity in *Rumex obtusifolius* L. I. Differences in organs and diurnal changes. *Oecologia*, 63:136-142.
- GEBAUER, G., E.D. SCHULZE. 1997. Nitrate nutrition of Central European forest trees. In: H. Rennenberg, W. Eschrich, H. Ziegler (Editors), *Trees-Contributions to Modern Tree Physiology*. Blackhuys Publ., Lieden, p.273-291.
- GEBAUER, G., H. REHDER, B. WOLLENWEBER. 1988. Nitrate, nitrate reduction and organic nitrogen in plants from different ecological and taxonomic groups of Central Europea. *Oecologia*, 75:371-385.
- GEBAUER, G., J. STADLER. 1990. Nitrate assimilation and nitrate content in different organs of ash trees (*Fraxinus excelsior*). In: ML van Beusichem (Editor), *Plant nutrition- physiology and applications*. Kluwer Academic, Dordrecht, p.101-106.
- GERLACH, A. 1973. Methodische Untersuchungen zur Bestimmung der Stickstoffnetto-mineralisation. *Scr. Geobot (Göttingen)* 5.
- GÖKÇEOĞLU, M. 1988. Nitrogen mineralization in volcanic soil under grassland, scrub and forest vegetation in Aegean region of Turkey. *Oecologia*, 77: 242-249.
- GOODALL, D.W. 1979. The autecology of desert plants. Cairo University, African Studies Review Supplement. Publication 1, p.53-65.
- GÜLERYÜZ, G. 1992. Uludağ Alpin Zonu Bazı Bitki Topluluklarında Besin Maddesi Dolaşımı ve Verimlilik Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- GÜLERYÜZ, G. 1998. Nitrogen mineralization in the soils of some grassland communities in the alpine region of Uludağ in Bursa-Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 22:59-63.
- GÜLERYÜZ, G., H. ARSLAN. 1999. Nitrate reductase activity in *Verbascum* L. (*Scrophulariaceae*) species from the Eastern Mediterranean in dependence on altitude. *Turkish Journal of Botany*, 23:89-96.
- GÜLERYÜZ, G., H. ARSLAN. 2001. A study on biomass production of three endemic *Verbascum* L. species (*Scrophulariaceae*) from East Mediterranean. *Perspectives in Environmental Sciences*, 3:1-6.
- GÜLERYÜZ, G., M. GÖKÇEOĞLU. 1994. Uludağ alpin bölgesi bazı bitki topluluklarında mineral azot oluşumu ve yıllık verim. *Turkish Journal of Botany*, 18: 65-72.

- GUERRERO, M.G., J.M. VEGA, M. LOSADA. 1981. The assimilatory nitrate reducing system and its regulation. *Annual Review Plant Physiology*, 32:169-204.
- HAGEMAN, R.H., D.P. HUCKLESBY. 1971. Nitrate Reductase from Higher Plants. In: A. San Pietro (Editor), *Methods in Enzymology*, Vol. 23, Academic Press, London, New York, p.491-503.
- HAYNES, R.J. 1986. Uptake and assimilation of mineral nitrogen by plants. In: R.J. Haynes (Editor), *Physiological Ecology. A series of Monographs, Texts and Treatises. Mineral Nitrogen in the plant-soil system* Academic Press. London and Orlando, p.303-362.
- HOOPEER, D.U., L. JOHNSON. 1999. Nitrogen limitation in dryland ecosystems: responses to geographical and temporal variation in precipitation. *Biogeochemistry*, 46:247-293.
- JAWORSKI, E.G. 1971. Nitrate reductase assays in intact plant tissues. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 43:1274-1279.
- JIANG, Z.C., R.J. HULL. 2000. Diurnal patterns of nitrate assimilation in Kentucky bluegrass. *Journal of Plant Nutrition*, 23:443-456.
- KNOEPP, J.D., D.C. COLEMAN, J.R. D.A. CROSSLEY, J.S. CLARK. 2000. Biological indices of soil quality: an ecosystem case study of their use. *Forest Ecology and Management*, 138:357-368.
- LE HOUEROU, H.N. 1979. North Africa. In: D.E. Goodall, R.A. Perry (Editors), *Arid Land Ecosystems*, Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge.
- LE HOUEROU, H.N. 1981. Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. In: F. Di Castri, D.W. Gooddall, R. Specht (Editors.), *Ecosystems of the World, Mediterranean-type Shrublands*, Vol. II. Elsevier, Amsterdam, p.479-521.
- LEE, J.A., G.R. STEWART. 1978. Ecological aspects of nitrogen assimilation. *Advances in Botanical Research*, 6:1-43.
- LEE, J.A., S.J. WOODIN, M.C. PRESS. 1986. Nitrogen assimilation in an ecological concept. In: H. Lambers, J.J. Neetson, I. Stulen (Editors), *Fundamental Ecological and Agricultural Aspects of Nitrogen Metabolism in Higher Plants*. Nijhoff Publ. Dordrecht Boston Lancaster, p.331-346.
- LIKENS, G.E., F.H. BORMANN, N.M. JOHNSON, D.W. FISHER, R.S. PIERCE. 1970. Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the Hubbard Brook watershed-ecosystem. *Ecological Monographs*, 40:23-47.
- MARGARIS, N.S. 1976. Structure and Dynamics in a phryganic (East Mediterranean) ecosystem. *Journal of Biogeography*, 3:249-259.
- MARGARIS, N.S. 1984. Desertification in Greece. *Progress in Biometeorology*, 3:120-128.
- MARKS, P.L., F.H. BORMANN. 1975. Revegetation following forest cutting: mechanisms for return to steady state nutrient cycling. *Science*, 176:914-915.

- MARSCHNER, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Print. Academic Press. London.
- MARTIN, F., M. CHEMARDIN, P. GADAL. 1981. Nitrate assimilation and nitrate circulation in Australian pine. *Physiologia Plantarum*, 53:105-110.
- MATSON, P.A., W.J. PATRON, A.G. POWER, M.J. SWIFT. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277:504-509.
- MELZER, A., G. GEBAUER, H. REHDER. 1984. Nitrate content and nitrate reductase activity in *Rumex obtusifolius*. II. Responses to nitrate starvation and nitrogen fertilization. *Oecologia (Berl.)*, 63:380-385.
- MENGEL, K. 1984. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer, Stuttgart.
- NAVEH, Z. 1973. The ecology of fire in Israel. In: Proceedings of the 13th Tall Timber Fire Ecology Conference, Tallahassee. Florida, p.139-170.
- NOTTON, B.A., E.J. HEWITT. 1979. Structure and properties of higher plant nitrate reductase especially *Spinacia oleracea*. In: E.J. Hewitt, C.V. Cutting (Editors), Nitrogen Assimilation of Plants, Academic Press, London and Orlando, p.227-244.
- OLSSON, M.O., U. FALKENGREN-GRERUP. 2003. Partitioning of nitrate uptake between trees and understory in oak forests. *Forest Ecology and Management*, 179:311-320.
- OSMOND, C.B. 1979. Ion uptake transport and excretion. In: D.W. Goodall, R.A. Perry (Editors), Arid Land Ecosystems, Vol 1. Cambridge University Press, p. 607-625.
- ÖZTÜRK, M., M. PIRDAL. 1986. Studies on the germination of *Asphodelus aestivus* Brot. *Biotronics*, 15:55-60.
- PANTIS, J.D. 1993. Biomass and nutrient patterns in the Mediterranean geophyte *Asphodelus aestivus* Brot. (Thessaly, Greece). *Acta Oecologica*, 14:489-500.
- PANTIS, J.D., G.P. STAMOU. 1991. Spatial distribution and density dependent growth and flowering of *Asphodelus aestivus* Brot. *Vegetatio*, 97:89-96.
- PANTIS, J.D., N.S. MARGARIS. 1988. Can systems dominated by asphodels be considered as semi-deserts? *International Journal of Biometeorology*, 32:87-91.
- PANTIS, J.D., S.P. SGARDELIS, G.P. STAMOU. 1994. *Asphodelus aestivus*, an example of synchronization with the climate periodicity. *International Journal of Biometeorology*, 38:29-32.
- PATE, J.S. 1980. Transport and partitioning of nitrogenous solutes. *Annual Review of Plant Physiology*, 31:313-340.
- PILBEAM, D.J., A.U. JAN. 1999. Root absorption and assimilation of inorganic nitrogen. In: H.S. Srivastava, R.P. Singh (Editors), Nitrogen Nutrition and Plant Growth, Science Publishers, Inc., p.23-43.

- PİRDAL, M. 1986. Batı Anadolu'da yayılış gösteren *Asphodelus aestivus* Brot., "Çiriş otu"nun morfolojisi, anatomisi ve ekolojisi ile ilgili gözlemler. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Botanik A.B.D., İzmir
- PİRDAL, M. 1987. *Asphodelus aestivus* Brot.'un autoekolojisi üzerinde bir araştırma. Doğa Türk Botanik Dergisi, 13 (1):89-101.
- REHDER, H. 1976. Nutrient Turnover Studies in Alpine Ecosystems. I Phytomass and Nutrient Relations in Four Mat Communities of the Northern Calcareous Alps. Oecologia (Berl.), 22: 411-423.
- RHIZOPOULOU, S., J.D. PANTIS, E. TRIANTAFYLLI, D. VOKOU. 1997. Ecophysiological adaptations of *Asphodelus aestivus* to Mediterranean climate periodicity: water relations and energetic status. Ecography, 20 (6):626-633.
- RUNGE, M. 1983. Physiology and ecology of nitrogen nutrition. In: O.L. Lange; P.S. Nobel; C.B. Osmond, H. Ziegler (Editors) Encyclopedia of Plant Physiology, NS 12C, Springer, Berlin Hiedelberg New York, p.164-200.
- SAWIDIS, T., S. KALYVA, S. DELIVOPOULOS. 2005. The root-tuber anatomy of *Asphodelus aestivus*. Flora, 200:332-338.
- SMIRNOFF, N., P. TODD, G.R. STEWART. 1984. The occurrence of nitrate reduction in the leaves of woody plants. Annals of Botany, 54:363-374.
- SMITH, R. L. 1992. Elements of Ecology. Harper Collins Publishers Inc. New York.
- SOLOMONSON, L.P., M.J. BARBER. 1990. Assimilatory nitrate reductase: functional properties and regulation. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Molecular Biology, 41:225-253.
- STADLER, J., G. GEBAUER. 1992. Nitrate reduction and nitrate content in ash trees : distribution between compartments, site comparison and seasonal variation. Trees, 6:236-240.
- STAMOU, G.P., J.D. PANTIS, S.P. SGARDELIS. 1994. Comparative study of litter decomposition in two Greek ecosystems: A temperate forest and an asphodel semi-desert. European Journal of Soil Biology, 30:43-48.
- STEWART, G.R., J.A. LEE, T.O. OREBAMJO. 1972. Nitrogen metabolism of halophytes. I. Nitrate reductase activity in *Suaeda maritima*. New Phytologist, 71:263-267.
- STEWART, G.R., N. SUMAR, M. PATEL. 1987. Comparative aspects of inorganic nitrogen assimilation in higher plants. In: W.R. Ullrich, R.J. Apericio, P.J. Syrett, F. Castillo (Editors) Inorganic Nitrogen Metabolism, Springer Verlag Berlin, Hiedelberg, New York, p.38-44.
- STEWART, G.R., T.O. OREBAMJO. 1983. Studies of nitrate utilization by the dominant species of regrowth vegetation of tropical West Africa: a Nigerian example. In: J.A. Lee, S. McNeill, I.H. Rorison (Editors), Nitrogen as an Ecological Factor, Blackwell Sci Publ. Oxford London Edinburgh Boston Melbourne, p.167-188.

TISCHNER, R., B. WALDECK, S.S. GOYAL, W.D. RAINS. 1993. Effect of nitrate pulses on the nitrate-uptake rate, synthesis of mRNA coding for nitrate reductase, and nitrate reductase activity in the roots of barley seedlings. *Planta*, 189:533-537.

ULLRICH, W.R. 1992. Transport of nitrate and ammonium through plant membranes. In: K. Mengel, D.J. Pilbeam (Editors), *Nitrogen Metabolism of Plants*. Oxford Univ. Press, Oxford, p.121-137.

VAN DER DRIFT, J. 1963. The disappearance of litter in mull and mor in connection with weather conditions and the activity of the macrofauna. In: J. Doeksen, J. van der Drift (Editors), *Soil Organisms. Proceedings of the colloquium on soil fauna soil microflora and their relationships*. Amsterdam North Holland Publishing, p.125-133.

VITOUSEK, P.M., J.R. GOSZ, C.C. GRIER, M.M. MELILLO, W.A. REINERS, R.L. TODD. 1979. Nitrate losses from disturbed ecosystems. *Science*, 204:469-474.

VITOUSEK, P.M., W.A. REINERS. 1975. Ecosystem succession and nutrient retention: a hypothesis. *Bioscience*, 25:376-381.

WALTER, H. 1968. *Die Vegetation der Erde, Band II*. Gustav Fischer, Jena.

WEDIN, D.A., D. TILMAN. 1990. Species effects on nitrogen cycling: a test with perennial grasses. *Oecologia*, 84:433-441.

WOODMANSEE, R.G., D.A. DUNCAN. 1980. Nitrogen and phosphorus dynamics and budgets in annual grasslands. *Ecology*, 61:893-904.

<http://biow.tubitak.gov.tr/present/taksonForm1.jsp?taxon=9638>, Erişim Tarihi: 17.08.2009. Konu: TÜBİTAK – Türkiye Taksonomik Tür Veritabanı.

ÖZGEÇMİŞ

Konya'da 06.04.1980 tarihinde doğdu. Orta öğrenimini Bursa Kız Lisesi'nde, lise öğrenimini Bursa Yıldırım Beyazıt Lisesi'nde bitirdi. Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü'ne 1999 yılında kayıt oldu. Biyoloji bölümünü 2002/2003 Bahar döneminde bitirdikten sonra, 2006/2007 Güz yarıyılında Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

TEŞEKKÜR

Çalışma konumu belirleyerek beni yönlendiren, çalıőmalarımın tüm safhalarında bana yardımcı olan ve destek sağlayan Sayın Hocam Prof.Dr. Gürcan GÜLERYÜZ'e; arazi çalıőmaları ve teknik çalıőmalar dahil, çalıőmalarımın tüm safhalarında bana yardımcı olan Doç. Dr. Hülya ARSLAN ve Öğr. Gör. Dr. Serap KIRMIZI'ya; çalıőmam süresince bana sabırla katlanarak maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen babam Muzaffer SAKAR, annem Havva SAKAR, kardeşlerim Selçuk, Turgay ve Narin SAKAR'a , arkadaşım Zeynep ACAR'a teşekkür ederim.