

Yardımcı Bitkiler ve Ekolojik Etkileri

Hasan KORKMAZ^{1*}, Safinaz ALKAN²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 55200, Samsun
²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 55200, Samsun

Geliş tarihi/Received 22.03.2017

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 17.04.2017

Kabul tarihi/Accepted 24.04.2017

Öz

Bitkiler, özellikle stres derecesi yüksek ekosistemlerde, gerek farklı türler ve gerekse aynı türün bireyleri arasında, yardım etkisi fonksiyonu kullanarak daha başarılı olmaktadır. Yardım etkisi gösteren bitki, mikro habitatın iklimik ve edafik özelliklerini düzelterek ya da parazit veya herbivor saldırılarına karşı koruyarak, diğer bitkilerin habitata tutunmasını sağlar. Böylece, türlerin doğal yayılış alanlarını genişletmesi ve vejetasyondaki türlerin dağılım modelleri üzerinde olumlu ekolojik etkiler oluşturur.

Anahtar kelimeler: Bitki Ekolojisi, Simbiyozis, Yardımcı Bitkiler

Nurse Plants and Ecological Effects

Abstract

Plants are more successful, especially in stressed high ecosystems by using the nursing effect function, both between different and same species individuals. The beneficial plant helps to keep other plants habitat by improving the climatic and edaphic properties of the microhabitat or protecting against parasitic or herbivorous attacks. Thus, it's positive ecological effects on expanding the natural distribution areas of species and the species distribution patterns of vegetation.

Keywords: Plant Ecology, Nurse Plants, Symbiosis

1. Giriş

Bitki komünitelerinde, mevcut kaynakları uyumlu bir şekilde kullanan ve aralarında pozitif etkileşimler oluşturabilen türler, ancak bir arada yaşayabilirler. Yapılan ekolojik araştırmalarda, bitkiler arasındaki pozitif etkileşimlerin yardımcı bitkiler tarafından sağlanan yardımcı etkiler şeklinde de oluşabileceği belirlenmiştir. Bu etkileşim tarzında yardımcı bitki, kanopisi altındaki çevre şartlarını düzenleyerek habitatı, farklı türlerden veya aynı türün bireylerinin

yerleşmesi, büyümesi ve gelişmesi için kolaylaştırarak, optimum şartları oluşturan dolaylı bir fonksiyon görür. Bu tarzdaki etkileri nedeniyle “yardımcı bitkiler”, vejetasyonda önemli bir biyotik faktör olarak işlev görürler. Ters durumda yani, yardımcı etki fonksiyonlarının sağlanamadığı ve mevcut ortam şartlarının düzilemediği durumlarda, sınırlı kaynaklar için rekabet şiddetlenir, verimlilik azalır ve ortamda başarılı olan tür ya da birey sayısı çok daha az olur.

* Hasan KORKMAZ, hasank@omu.edu.tr, Tel: (0362) 312 19 19-5432

Bu nedenle bitkiler arasındaki yardımcı etki fonksiyonlarının araştırılması, bitki simbiyotik etkileşimlerinin anlaşılması, doğal bitki topluluklarının gelişme modellerinin kavranması ve plantasyonların verimliliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

2. Bitkilerde Yardımcı Etki Yöntemleri

Doğada bitkiler arasındaki olumlu veya olumsuz yönde, birçok farklı etkileşim biçimleri vardır. Sözgelimi rekabet, allelopati, parazitlik gibi olumsuz etkileşimler olabileceği gibi; komensalizm ve mutualizm gibi yaşamlarını olumlu yönde destekleyen etkileşimler de söz konusudur. Bu olumlu etkileşim yöntemlerinden biri olan “yardımcı etki” fonksiyonu, aynı veya farklı türler arasında doğrudan temas olmaksızın gerçekleşen bir fonksiyon olup, bitkiler arasında 2 farklı biçimde ortaya çıkar:

-Tür İçi Yardımlaşma Etkisi (Conspecific Effect): Ana bitki habitat şartlarını düzenleyerek, kendi tohumlarının çimlenmesi ve fidanlarının büyümesi üzerinde yardımcı etkisi yaparak, neslinin devamı için önemli bir rol oynamaktadır.

-Türler Arası Yardımlaşma Etkisi (Heterospecific Effect): Bir bitki türü başka bitki türlerinin tohumlarının çimlenmesi, fidanlarının büyümesi, vs. üzerinde yardımcı etkiler yaparak habitata tutunmalarına olumlu katkı yapar.

İster tür içi isterse türler arası yardımcı etki biçiminde olsun her ikisinde de yardımcı etki şu çevresel faktörler üzerinden gerçekleşir:

-Klimatik Yardımcı Etki: Yardım eden tür ortamın sıcaklık, hava nemi, ışık şiddeti ve ışıklanma süresi gibi iklimsel faktörlerini düzenleyerek, yardım alan bitkiye katkı sağlamaktadır.

-Edafik Yardımcı Etki: Toprak besinleri, toprak nemi, toprak pH'sı, toprak suyu ve toprak havalanması gibi habitat faktörlerinin, yardımcı bitkiler tarafından düzenlenerek, yardım alan bitkilerin kullanabilecekleri duruma getirilmesidir.

-Biyotik Yardımcı Etki: Yardım eden tür diğerini otlama, parazit ve diğer zararlı

canlılardan koruyarak, hayatta kalmasını ve ortama tutunmasını sağlar.

Bitki ekolojisi araştırmalarının bir bölümü bitkiler arasındaki yardımcı etki fonksiyonlarının belirlenmesi hakkındadır ve bunların çoğu tür içi yardımlaşma ilişkilerden çok türler arası yardımlaşma üzerinedir.

2.1. Tür İçi (Conspecific) Yardımlaşma Etkisi

Tür içi yardımlaşma etkisinde ana bitki, tohumlarının çimlenmesi, fidelerinin büyüüp gelişmesi ve böylece neslinin devamı için, habitat şartlarını onların kullanabilecekleri değerlere düzelterip yardım eder. Bu tip yardımcı etkiye, 3000-3048 m yüksekliklerde yaşayan *Frasera speciosa* Douglas ex Hook. (Gentianaceae) ve 3658-3780 m yüksekliklerdeki alpin habitatlarda yetişen *Cirsium scopulorum* (Greene) Cockerell (Asteraceae) üzerinde yapılan ekolojik araştırma iyi bir örnektir (Wied ve Galen, 1998). Konuyla ilgili yapılan araştırmada, açık alanlar ile bu türlerin yetişkin bireylerinin oluşturdukları mikro habitatlar arasında, yetişen fidelerinin yoğunlukları karşılaştırılmıştır. Buna göre *F. speciosa* fidelerinin, ebeveynlerinin çürümüş meyveleri altında, *C. scopulorum* fidelerinin de ebeveynlerinin meyveleri ve ölü rozetleri altında, açık alanlara göre daha yoğun buldukları tespit edilmiştir (Wied ve Galen, 1998).

Burada *F. speciosa* ve *C. scopulorum* ebeveynleri, yeni nesil tohumlarının çimlenmesi ve fidelerinin gelişmesi için yardımcı etki göstermektedirler. Nitekim araştırmadan elde edilen bulgulara göre, her iki türün ebeveynlerinin mikro habitatlarındaki ve meyve durumları altındaki toprağın su içeriği, açık mikrositelerden anlamlı şekilde daha yüksektir. Hidrometrik ölçümlere göre, *F. speciosa* meyvelerinin altında, başlangıçtaki suyun %18.1±2.08 i, açık örnek parsellerde ise başlangıçtaki suyun %32±5.42'si kaybedilmiştir. *C. scopulorum* da ise meyveler altındaki mikro habitatta, buharlaşma yoluyla ortalama %15±2.05, açık sitelerde ise %24.4±2.67 su kaybedildiği belirlenmiştir (Wied ve Galen, 1998).

Meyveler altında başarı ile gelişen *F. speciosa* fidelerinin sayısı ortalama 24.4 ± 1.69 iken açık alanlarda bu sayı 3.8 ± 1.60 'tır. Ayrıca *F. speciosa*'nın iki popülasyonundan birinde başarılı fide sayısında açık alanlara göre %80, diğerinde %145 oranında bir artış tespit edilmiştir. *C. scopulorum*'da ise çimlenen tohum sayısı açık alanlara göre, 7 kat artmış ve bunların 4 katı hayatta kalmayı başarabilmiştir. Bunun nedeni artıkların oluşturduğu tabaka sayesinde, fidenin bulunduğu mikro habitatlarda toprak nemi korunduğu için, fide dokularından su kaybı azaltılarak gelişimi artırılmıştır. Sonuç olarak ana bitkiler onların tohumlarının çimlenmesine, fidelerinin gelişmesine ve hayat devrelerinin başlangıcındaki kritik dönemlerin atlatılmasına yardımcı etki göstermişlerdir (Wied ve Galen, 1998).

Benzer bir çalışmada, *Plantago lanceolata* L (Plantaginaceae)'nin fenotipik plastisitesi ile ebeveyn bakımı arasındaki ilişkiler araştırılmış ve ana bitkinin ısı düzenlemesiyle, tohumların (yavrularının) embriyo gelişimi üzerinde yardımcı etkiye sahip olduğu ve böylece üreme kapasitesini artırdığı belirlenmiştir. Türün üreme özellikleri ise yavru (tohum) fenotipi ve uygunluğu ile doğrudan ilişkili olduğu için, ebeveynin yavru (tohum-meyve) fenotipik plastisitesi üzerindeki etkileri, çevresel strese cevap olarak geliştirdiği bir özellik olarak düşünülmektedir. Bu durum gelişmekte olan yavrunun sıcaklığını düzenleyen ana hayvanın, örneğin yumurtalarına oturan kuşların davranışlarına analog bir fonksiyondur (Clutton-Brock, 1991; Lacey ve Herr, 2005).

2.2. Türler Arası (Heterospecific) Yardımlaşma Etkisi

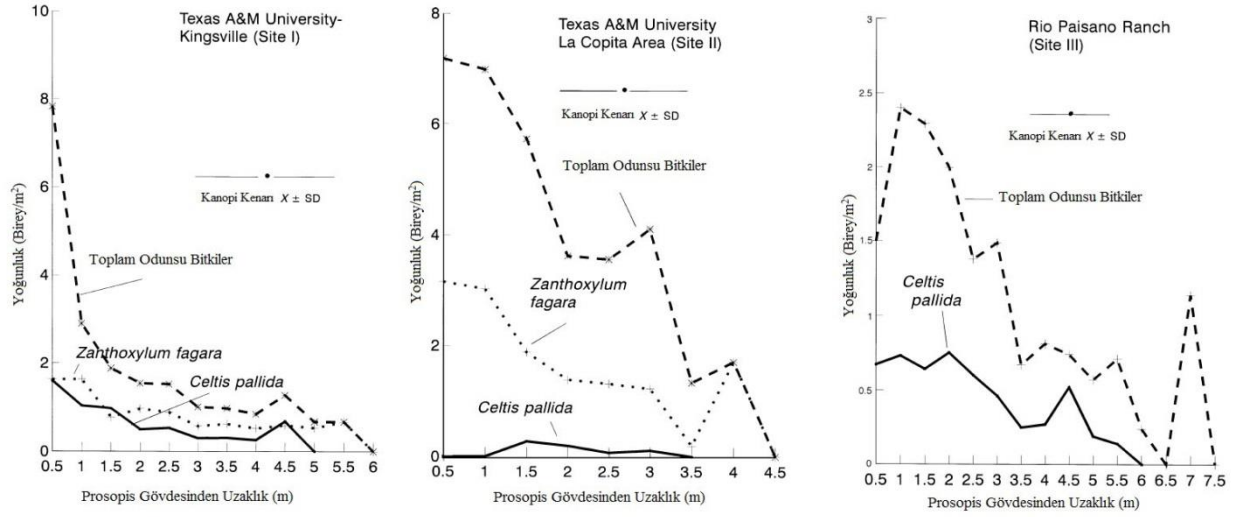
Türler arasındaki etkide ise bir türün, başka bir türün yaşamı üzerinde farklı yöntemlerle yardımcı katkılar sağladığını daha önce belirtmiştik. Konuyla ilgili olarak, bir kaktüs türü olan *Carnegiea gigantea* (Engelm.) Britton & Rose (Cactaceae) ile *Cercidium microphyllum* (Torr.) Rose & I.M.Johnst.

(Fabaceae) ağaçları arasındaki ilişki, türler arası yardım etkisine iyi bir örnek oluşturur. Şöyleki, *C. gigantea* gelişimin başlangıcında çok ince ve kırılındır ve bu devrede şiddetli güneşten, dondan ve predatör hayvanlardan korunmaya muhtaçtır. *C. microphyllum* ağaçları bu devrede *C. gigantea* fidelerini güneş ve predatörlerden koruyarak yardım eder. Ancak zamanla *C. gigantea* geliştiğinde, kök sistemi çok geniş bir alana yayılır ve çöl toprağındaki oldukça kıt olan suyun tamamını kendisi kullanır. *C. microphyllum* ağaçları ise köklerine su ulaşmadığı için zamanla kuruyup ölürlür (Lewitt, 1980).

Türler arası yardımcı etki biçimindeki bir ilişki *Prosopis glandulosa* Torr. (Fabaceae) ile kanopisi atındaki *Celtis pallida* Torr. (Cannabaceae) ve *Zanthoxylum fagara* (L.) Sarg. (Rutaceae) türleri arasında da bulunmaktadır. Yarı çalı bir çöl bitkisi olan *P. glandulosa*, köklerini 7-10 m derinliklere kadar uzatabilen ve yeteri kadar su alabilen bir bitkidir. Bu özelliği ile *P. glandulosa*, hem kendi başarısını artırmakta, hem de kanopisi altında bulunan otsu ve odunsu türlerin birlik oluşturmalarına yardım etmektedir. Burada *P. glandulosa* yardımcı etkisini, güneş ışınlarının zemine kadar inmesini engelleyerek, toprak sıcaklığının açık alanlara göre azalmasını ve topraktaki azot ve fosfor miktarını açık alanlara göre artırarak göstermektedir. Habitattaki bu olumlu değişiklikler, kanopi altındaki yardım alan türlerin yaşama başarılarını olumlu yönde etkilemektedir (Franco-Pizaña vd, 1995).

Konuyla ilgili ekolojik araştırmadan elde edilen bulgulara göre, *P. glandulosa*'nın yardım etkisi, bireye olan mesafe ile de yakından ilişkilidir. Nitekim çalışılan bütün alanlarda, *P. glandulosa*'nın gövdesinden uzaklaştıkça *C. pallida*, *Z. fagara* ve diğer odunlu bitkilerin yoğunluklarının azaldığı belirlenmiştir (Şekil 1).

Başka bir çalışmada da, bir bitki komünitesindeki türlerin dağılış modelleri ile heterospesifik etki arasındaki ilişki araştırılmıştır.



Şekil 1. Farklı üç alanda *Prosopis glandulosa*'nın gövdesinden uzaklaştıkça bitki yoğunluklarındaki değişim (Franco-Pizaña vd., 1995).

Bunun için bir kaktüs türü olan *Trichocereus pasacana* (F.A.C. Weber ex Rümpler) Britton & Rose (Cactaceae) bitkisinin, farklı çalılar altındaki dağılımları ve onlarla olan birliktelikleri karşılaştırılmıştır. Araştırma bulgularına göre *T. pasacana* bireylerinin *Larrea divaricata* Cav. (Zygophyllaceae) ve *Prosopis ferox* Griseb. (Fabaceae) çalılarının altında daha fazla buldukları ve onlardan yardım aldıkları sonucuna varılmıştır (De Viana vd., 2000) (Tablo 1).

Her iki tür *T. pasacana*'nın çimlenen tohumlarını şiddetli güneş ışınları ve dondurucu soğuklardan koruyarak, yardımcı etkilerini gösterirken, diğer çalı türleri ile

(*Begonia boliviensis*, *Absolmsia spartioides*, *Senna crassiramea* ve *Verbena* L. sp.) allelopatik etki nedeniyle, negatif bir etkileşim göstermişlerdir. Bu sonuçlardan yardımcı bitkiler sayesinde türlerin dağılış modellerinin de düzenlenebildiği belirlenmiştir (De Viana vd., 2000).

Kaktüsler üzerinde yapılan araştırmalara göre, bu familya üyelerinin %96'sı hayatlarının en azından başlangıç dönemlerinde, yardımcı bitkiler ile birlikte yaşamaktadırlar. Çünkü buldukları çöl ortamı ekstrem şartlara sahip olduğundan, ancak böyle bir ilişki sayesinde başarılı olabilmektedirler (De Viana vd., 2000).

Tablo 1. Çalışma alanındaki farklı çalı türlerinin kompozisyonu, örtüş değerleri (%) ve kanopi altındaki kaktüs bireylerinin değerleri (%). (G.D: Her bir çalı altındaki kaktüsün gözlenen veya bulunan değerleri; B.D: Her bir çalı altındaki kaktüsün beklenen değerleri) (De Viana vd., 2000).

Çalı türleri	Örtüş	Birliktelik	G.D	B.D
<i>Larrea divaricata</i>	50	73.08	190	130
<i>Plectrocarpa rougesii</i> Descole, O'Donnell & Lourteig	17	0.76	2	44
<i>Flourensia fiebrigii</i> S.F.Blake	5.7	0.76	2	15
<i>Begonia boliviensis</i> A.DC.	5.9	3.08	8	15
<i>Prosopis ferox</i>	2.8	10.77	28	7
<i>Absolmsia spartioides</i> (Benth.) Kuntze	1.7	7.70	20	4
<i>Grindelia glutinosa</i> (Cav.) Mart.	9	2.32	6	24
<i>Senna crassiramea</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	2.6	1.15	3	7
Diğer türler	5.3	0.38	1	14

$\chi^2 = 237.17$; tahmini P değeri = 0.01

3. Yardımcı Etkinin Boyutları

Bitkiler arasındaki yardımcı etkinin değişik tipleri ve boyutları, doğada hemen hemen her bölgede ve değişik vejetasyon tiplerinde meydana gelmektedir. Ancak, ekstrem şartlara sahip ortamlarda ve bitkilerin hayat devrelerinin kritik dönemlerindeki etkilerinin daha yüksek olması nedeniyle, yardımcı etkinin boyutları daha kolay belirlenmektedir (Bertness ve Callaway, 1994; Callaway ve Walker, 1997; Brooker ve Callaghan, 1998). Çünkü sert ya da stresli çevreler olarak bilinen bu ortamlarda, kullanılabilir kaynaklar kısıtlandığından, bitkilerde meydana gelen değişiklikleri ve geliştirmiş oldukları adaptasyon mekanizmalarını gözlemlemek daha kolay olmaktadır (Cavieres vd., 2002).

Bitkiler arasındaki yardımlaşma etkisi üzerinde yapılan araştırmalara göre, yardımcı bitkinin etki derecesi onun yaşı ve büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir. Kellmann ve Kading (1992) konuyla ilgili yaptıkları bir araştırmada, 35 yaşından büyük *Quercus rubra* L. (Fagaceae) kanopisi altındaki *Pinus strobus* L. (Pinaceae) ve *Pinus resinosa* Aiton tohum ve fidelerinin sıklığının, açık alanlardakinden 6 kat daha fazla sayıda olduğunu ve yardım alan türlerin, 35 yaşından büyük *Q. rubra* ağaçlarını tercih ettiklerini belirlemişlerdir. Çünkü yaşlı *Q. rubra* bireylerinin gölgeleme derecesi de yüksek olduğundan, çam tohumlarının çimlenmesi ve yerleşmesi üzerinde daha fazla yardımcı etki sağlamaktadırlar.

Konuyla ilgili başka bir araştırmada *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. (Fabaceae) çalısının, kanopisi altında bulunan otsu bitkilerin, biyomasını artırarak ve onların ölüm oranını azaltarak yardım ettiği belirlenmiştir. Bu ilişkide *R. sphaerocarpa* yardımcı etkisini, köklerinde bulunan rizobium nodülleri ile kanopisi altındaki otsu bitkilere yüksek miktarda kullanılabilir azotlu bileşikler sağlayarak gerçekleştirmektedir. Bu nedenle otsu bitkiler, *R. sphaerocarpa* ile birlikte buldukları zaman, maksimum gelişme gösterirler. Bu yardımlaşma ilişkisinde *R. sphaerocarpa*'nın generatif döneminde, otsu

bitkiler ile *Retama* Raf. çalısı arasındaki etkileşim, *Retama* için negatif, otlar için pozitifdir. Bu durum yardımcı etki ilişkisinin, *Retama* çalısının fenofazik dönemine bağlı olarak değiştiğini gösterir (Pugnaire vd., 1996).

Buna göre bitkilerin türler arası yardımcı etki değeri, bitkilerin yaşı, büyüklüğü ve fenofazik dönemine bağlı olarak değişmekte, yardım alan türlerin ise özellikle küçük fide ve çimlenme evrelerinde daha etkili olduğunu göstermektedir.

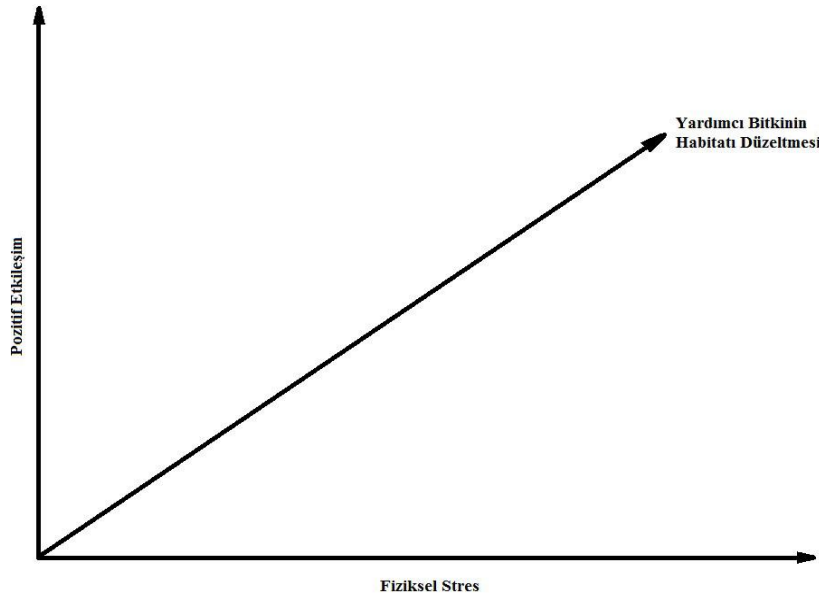
4. Çevre Şartlarındaki Değişimler ile Yardımcı Etki Arasındaki İlişki

Bitkiler yardımlaşma adaptasyonları sayesinde, ekstrem şartlara sahip habitatlarda bile başarılı olabilmektedirler. Dolayısıyla yaşama ortamındaki olumsuz çevre şartlarından herhangi birinin ya da birkaçının, yardım eden bitkiler tarafından düzeltilmesi, aynı türün ya da farklı türün bireylerinin habitata yerleşmelerini ve böylece birlikte yaşayabilmelerini sağlar.

Özellikle arktik ve alpin iklim zonlarında (Cavieres vd., 1998; Nuñez vd., 1999; Molina-Montenegro vd., 2000), kurak ve yarı kurak çevrelerde veya tuzlu bataklıklar gibi ekstrem alanlardaki küçük miktarlardaki mikrotopoğrafik ve mikroklimatik değişiklikler, kendilerini çevreleyen alanlara göre çok daha uygun habitat şartlarının oluşmasını sağlar (Jordan ve Nobel, 1979; Franco ve Nobel, 1988, 1989; Valiente-Banuet ve Ezcurra, 1991; Aguiar vd., 1992; Pugnaire vd., 1996; Raffaele ve Veblen, 1998). Ekstrem alanlardaki yardımcı bitkinin, abiyotik çevre şartlarında meydana getirmiş olduğu bu küçük değişiklikler, diğer bitkiler için büyük önem taşımaktadır (Körner ve Larcher, 1988). Çünkü çoğunlukla yardımcı bitkiler tarafından oluşturulan bu mikroklimatik alanlar, komşu türlerin yaşayabilecekleri özel habitatlar olarak ortaya çıkar. Örneğin; Patagonya'daki alpin alanlarda, soğuğa ve sert rüzgârlara karşı, yastık formu oluşturarak tutunabilen *Mulinum spinosum* Pers. (Apiaceae), yaşam formu sayesinde hayatta kalmayı başarırken, diğer

komşu türlerin başarılı olmalarına da yardım eder. Şöyle ki; *M. spinosum* yastık formunun içindeki rüzgar şiddetini, açık alanlara göre %89 oranında azaltırken aynı zamanda, havayı yastık formu içerisinde hapsederek, sıcaklığın 1-2 °C artmasını sağlayabilmektedir (Aguiar vd., 1992; Carlsson ve Callaghan, 1991). Bu 1-2 °C'lik artış belki tropikal alanlar için çok önemli olmayabilir, ancak

Patagonya gibi ekstrem soğuk bir bölgedeki bitki yaşamı için, son derece önemlidir (Körner ve Larcher, 1988). Çünkü çevresel stres arttıkça, komşu bitkiler olarak da adlandırılan yardımcı bitkilerin habitatu düzeltme etkisi, doğru orantılı olarak artmaktadır (Bertness ve Callaway, 1994) (Şekil 2).

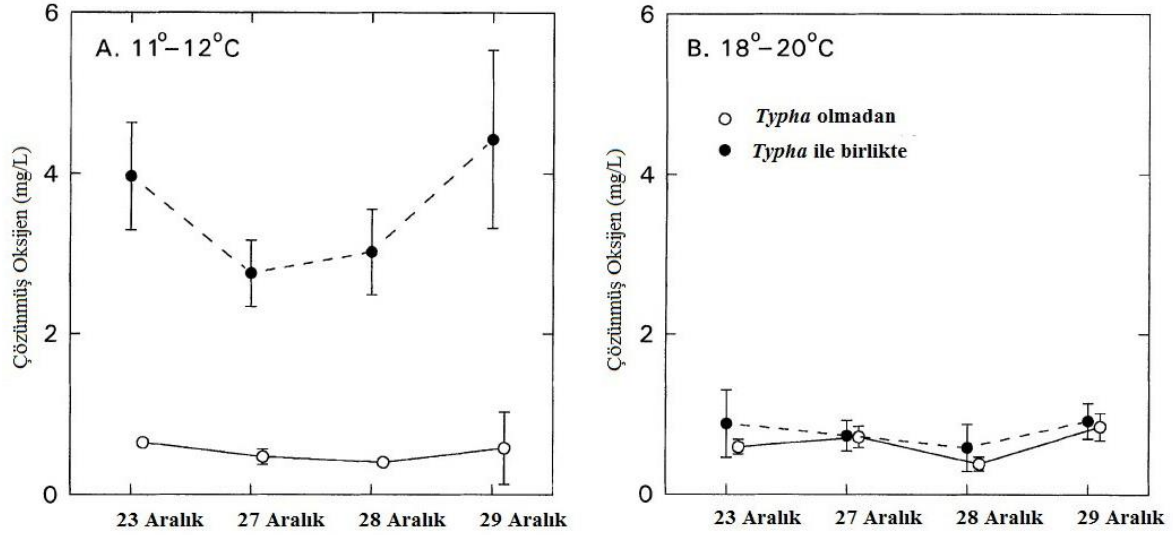


Şekil 2. Yardımcı bitkinin habitatu düzeltme etkisi (Bertness ve Callaway, 1994)

Yapılan araştırmalara göre bitkiler arasındaki yardımcı etkinin derecesi, fiziksel çevre faktörlerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Örneğin; bir bataklık bitkisi olan *Typha latifolia* L. (Typhaceae) köklerinden çıkarmış olduğu oksijeni toprağa vererek, diğer bitkilerin kullanmalarını sağlar. Böylece yüksek derecede aerankimos olan *T. latifolia*, birlikte yaşadığı ve aerankimos olmayan *Salix exigua* Nutt. (Salicaceae) ve *Myosotis laxa* Lehm. (Boraginaceae)'ya yardım eder. Ancak *T. latifolia*'nın bu yardım etkisinin, sıcaklıkla birlikte değiştiği de belirlenmiştir. Araştırmaya göre toprak sıcaklığı 11-12 °C olduğunda, *T. latifolia*'nın olduğu bölgelerde çözülmemiş oksijen değeri 2.75±0.41 ile 4.43± 1.1 mg/l arasında değişmektedir (Şekil 3). Nitekim bu sıcaklık değerindeki oksijen substratında, *T. latifolia* ile birlikte dikilen *S. exigua* ve *M. laxa* bireyleri, tek başına olduklarından çok daha iyi bir gelişme göstermişlerdir. Çünkü

topraktaki bu oksijen seviyesinde, daha fazla su ve nitrojen alabilmektedirler. 18-20 °C'de ise topraktaki çözülmemiş oksijen 0.40±0.06 ve 0.65 ±0.06mg/l değerinde olmuştur (Şekil 3). Bunun nedeni ise *T. latifolia*'nın bu sıcaklık değerlerinde, topraktaki oksijen miktarını değiştirememesidir. Hatta bu şartlarda *M. laxa* ve *S. exigua* ile kısıtlı kaynaklar için rekabete giriştiği belirlenmiştir (Callaway ve King., 1996).

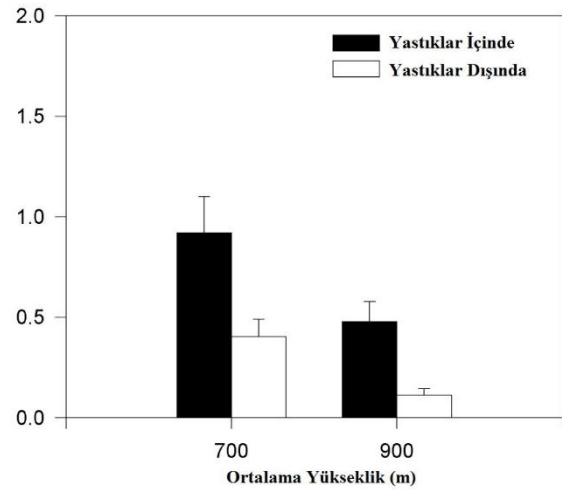
Habitat özellikleri bakımından yükseklik değişimi stres değerlerini değiştiren bir işlev göstermektedir. Bu durum yardım alan türlerin, yardım alma isteklerinin derecesini de değiştirir. Konuyla ilgili olarak Patagonya'nın güneyindeki iki farklı yükseklikte bir araştırma yürütülmüştür (Cavieres vd., 2002). Bölgede kış süresince kar yağışı meydana gelmekte ve Mart başından Kasım sonuna kadar kar yerde kalmaktadır.



Şekil 3. Farklı sıcaklık değerlerinde ve zamanlarda *Typha latifolia* olmadan ve *T. latifolia* ile birlikte toprak suyundaki çözülmüş oksijen miktarlarındaki değişimler (Callaway ve King, 1996).

Yaz yağışları ise sulu kar, kar ve dolu şeklindedir. Yaz boyunca çoğu günler, saatte 60 km'yi aşan rüzgârlar görülür. Araştırma için iki farklı yükseklikteki 50 *Bolax gummifera* (Lam.) Spreng (Apiaceae) yastığı rastgele seçilmiş ve yastıkların örttüğü yüzey metal çemberlerle ölçülmüştür. Aynı büyüklükteki çember, yastığın dışındaki rastgele bir yere yerleştirilmiş ve çemberlerin içindeki ve dışındaki bütün türler kaydedilmiştir. Böylece belli yükseklikteki mikro habitatlar için, toplam tür zenginliği, bolluk, çeşitlilik belirlenmiş ve iki yükseklikte görülen farklılıklar karşılaştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre 700 m'de, 900 m'dekinden daha fazla tür belirlenmiştir (Şekil 4, Tablo 2).

Her iki yükseklikte de açık alanlara göre yastık içinde gelişen türler daha fazla sayıdadır. En yüksekte ise yastık dışında gelişen türler en az sayıda bulunmuştur. Yastık içinde bulunan türlerin, yastık dışındakilere Morista Horns benzerlik indeksine göre oranı 700 m'de 2.28 iken, 900 m'de 4.23 olarak bulunmuştur. Bu durumda Morista Horns benzerlik indeksine göre, 700 m'de yastık içindeki ve dışındaki türlerin floristik benzerliği, 900 m'dekinden daha fazladır.



Şekil 4. Patagonya'da iki farklı yükseklikteki *Bolax gummifera* yastıkları içinde gelişen dm² başına tür sayısındaki değişim (±2 SE) (Cavieres vd., 2002).

Bu çalışmada ayrıca, 700 m yüksekliklerde *Bolax gummifera* (Apiaceae) ile nötr veya negatif ilişki kuran *Nassauvia aculeata* (Less.) Poepp. & Endl. (Asteraceae), *Azorella fuegiana* Speg. (Apiaceae), *Erigeron leptopetalus* Phil. (Asteraceae), *Festuca magellanica* Lam. (Poaceae) ve *Luzula alopecurus* Desv. (Juncaceae) türlerinin, 900 m yüksekliklere çıkıldığında ancak, *B. gummifera* yastıklarının içinde yaşayabildikleri belirlenmiştir. Bu durum türler arasındaki negatif ve nötral etkinin,

yüksekliğe bağlı stres artışı nedeniyle, pozitif dönüşebileceğini göstermektedir (Pugnaire ve Legue, 2001).

Patagonya ekosisteminde *B. gummifera* yardım etkisini, yastık içindeki bitkileri rüzgârın neden olduğu olumsuz etkileri azaltarak gösterir. Çünkü rüzgâr tepelerde yaz boyunca büyük toz bulutları oluşturarak, yüzey kurumasına, erozyonla toprağın ve

kaya parçalarının aşınmasına ve besleyiciler bakımından fakirleşmesine, ısı ve su kaybını artırarak kuraklığa neden olmaktadır.

Benzer bir çalışmada Pugnaire ve Legue (2001), daha stresli çevre olduğu zaman, *Retama sphaerocarpa* ve onun altında bulunan türler arasındaki etkileşimlerin, nötral veya negatiften pozitive doğru değiştiğini kaydetmişlerdir.

Tablo 2. Patagonya’da iki farklı yükseklikteki *Bolax gummifera* yastıkları içinde ve dışında gelişen türlerin sayısı (Cavieres vd., 2002)

	700m				900m			
	Yastık içindeki tür	Yastık dışındaki tür	Fark	P	Yastık içindeki tür	Yastık dışındaki tür	Fark	P
Tür çeşitliliği	33	29	4	0.35	25	13	12	0.07
Bolluk	268	163	105	0.06	148	37	111*	<0.01
Karşılıklı Simpson İndeksi	16.99	16.07	0.92	0.43	12.32	6.61	5.71	0.20
Evennes	0.52	0.55	-0.04	0.32	0.49	0.51	-0.02	0.47

5. Yardımcı Bitki Etkisinin Kullanım Alanları

Yardımcı bitkilerin diğer bitkilerin büyüme ve gelişmesi üzerindeki olumlu etkilerinden, tarım ve ormancılık çalışmalarında yararlanılmaktadır. Konuya ilgili çalışmalara literatür ışığında bakacak olursak durum şöyledir:

5.1. Ormancılık

Ağaçlandırma çalışmalarında genellikle, var olan vejetasyonun dikilen fidanlarla rekabeti düşünülerek, önce mevcut vejetasyon ortadan kaldırılır ve sonra ağaç fidanları dikilir. Ancak bu yöntemin Akdeniz ormanları için doğru bir yöntem olmadığı belirlenmiştir. Nitekim konuyla ilgili yapılan araştırmalarda, ağaçlandırma sırasında yardımcı bitkiler olarak çalılarının kullanılmasının, yeni dikilen ağaç fidanlarının yerleşip gelişebilmelerine yardım ettiği için daha verimli sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada İspanya’nın Güney Doğusundaki 1800-1850 m yükseklikteki alanlarda yapılan bir ağaçlandırma çalışmasında, yardımcı etki ilişkisi araştırılmıştır (Castro vd., 2002). Bunun için 2 yaşındaki *Pinus nigra* J.F.Arnold (Pinaceae) ve *P. sylvestris* L. fidanları, 4 farklı mikro habitata dikilmiştir. Bu habitatlar:

- 1-Vejetasyonu olmayan açık alanlar (ağaçlandırma programlarında kullanılan yaygın metot),
- 2-Bölgenin doğal vejetasyonunda bulunan *Salvia lavandulifolia* Vahl (Lamiaceae) çalılarının altı,
- 3-Kuzeye bakan dikenli çalılarının altı,
- 4-Güneye bakan dikenli çalılarının altı şeklinde seçilmişlerdir (Tablo 3).

Bu habitatların abiyotik çevre şartları ölçülmüş ve *S. lavandulifolia* ile kuzeye bakan çalılıklar benzerlik göstermişlerdir. Işık kuzeye bakan çalılar ile *S. lavandulifolia*

altında en düşük, hava ve toprak nemi ise en yüksek değerlerde bulunmuştur (Tablo 4).

Fidanların dikiminden sonra başarılı fidanların sayısı, birinci yazın sonunda (Kasım 1997), birinci kıştan sonra (Mayıs 1998) ve ikinci yaz sonunda (Kasım 1998) sayılmıştır. En fazla ölüm ilk yazda *P. sylvestris* fidanlarında % 47.1, *P. nigra* fidanlarında ise % 28.1 olarak gerçekleşirken, daha sonraki kış mevsiminde bireylerin adaptasyonu sayesinde ölüm oranları %5.9 (*P.*

sylvestris) ve %9'a (*P. nigra*) inmiştir. Yaşayan bireyler bakımından karşılaştırıldığında, *S. lavandulifolia* altında yaşayan bireylerin sayısı en fazla bulunmuştur (*P. sylvestris*; %54.8, *P. nigra*; %81.9). Bunu kuzeye bakan çalılar altına dikilen fidanlar takip etmiştir. Açık alanlarda ve güneye bakan çalılar altında gelişen, her iki çam türünün birey sayısı en düşük ve birbirine yakın değerlerde bulunmuştur (*P. sylvestris*; %21.5, *P. nigra*; %56.8) (Tablo 5) (Castro vd., 2002).

Tablo 3. Çalışma alanındaki habitatların yapısı (farklı bitki türlerinin örtüş yüzdesi) (Castro vd., 2002)

Mikrohabitat	Örtüş (%)
<i>Salvia lavandulifolia</i>	28.3
Diğer çalılar <50 cm	3.1
<i>Prunus ramburii</i> Boiss.	4.8
<i>Crataegus granatensis</i> Boiss.	1.8
<i>Berberis hispanica</i> Boiss.& Reut.	3.1
Diğer çalılar >50 cm	2.7
Çayırlar	16,3
Çıplak alan	36.4
Kayalık	3.6

Tablo 4. Dört mikro habitatta ölçülen abiyotik faktörler (Castro vd., 2002).

Abiyotik Faktörler	<i>Salvia lavandulifolia</i>	Kuzeye bakan çalılar	Güneye bakan çalılar	Açık alan
Işık (W/m ²)	473.1±61.1 ^a	340.2±40.4 ^a	895.7±26.2 ^b	916.9±3.2 ^b
Hava nemi (%)	26.5±0,8 ^a	26.4±0,3 ^{ab}	24.3±0,3 ^{ab}	22.3±0,4 ^c
Toprak nemi (%)	11.7±0,3 ^a	11.1±0,5 ^a	10.6±0,3 ^{ab}	8.6±0,9 ^b
Toprak sıcaklığı (°C)	15.0 (13.7–16.3)	14.7 (10.8–20.0)	16.7 (11.0–27.1)	18.5 (10.6–32.9)

Tablo 5. *P. sylvestris* ve *P. nigra* fidanlarının *S. lavandulifolia* altında ve açık alanlardaki yaşayan birey oranları (Castro vd., 2002).

Habitatlar	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus nigra</i>
<i>Salvia lavandulifolia</i>	%54.8	%81.9
Açık alan	%21.5	%56.8

Yaz süresince yüksek ışık ve düşük yağış miktarı, dikilen fidanların gelişimini kısıtlamaktadır (García-Salmerón, 1995; Pemán ve Navarro, 1998). Bu durumda çalılar doğrudan gölge etkisi yapıp, fidanların terleme yoluyla su kaybını azaltmıştır (Lambers vd., 1998; Larcher, 2003). Açık

alanlarda ve güneye bakan çalılıklarda hava neminin düşük, güneşlenmenin yüksek oluşu ve toprak sıcaklığının düzensiz değişimi, alanda su stresinin oluşmasına ve başarılı fidan sayısının da az olmasına neden olmuştur. *S. lavandulifolia* ve kuzeye bakan çalılar altında bu değerlerin tam tersinin

olması, su stresini azaltarak, başarılı fidan sayısının artmasını sağlamıştır (Castro vd., 2002).

Yine kışın *S. lavandulifolia* ve çalılar, yakınlarında bulunan bitkilere tampon etkisi yaparken, hem toprağı stabilize eden litter (ölü artıklar) tabakası, hem de kök sistemi ile toprağın donmasını önler ve böylece kışın daha az ölüm meydana gelir. Bunun yanında dikilen fidanlar birkaç yıl sonra büyüdükleri için, *S. lavandulifolia*'nın gelişimini durdururlar (Castro vd., 2002).

Bu yöntem, Akdeniz bölgesindeki ormanlaştırma çalışmalarında, çalıların, negatif etkisinin olduğu düşüncesinin geçersizliğini gösterir. Sulama ve toprağın hazırlanmasında daha az çaba harcanması gerekeceğinden ve az sayıda fidan ile daha geniş alan ağaçlandırılacağından, ekonomik bakımdan önemli bir metottur. Ayrıca toprağın yoğun şekilde işlenmesi ya da çalıların ortadan kaldırılması ile meydana gelen erozyon riski, bu çalılar sayesinde azaltılabilir (Castro vd., 2002).

5.2. Tarımsal Çalışmalar

Bitkilerin yardımcı etkilerinden yararlanılarak, tarımsal çalışmalarda ürün miktarı ve kalitesinin artırılması sağlanmaktadır. Bunun için aralarında yardımcı etki bulunan tarımsal bitkiler birlikte ekildiklerinde, tek başına ekildiklerine göre daha fazla verim vermektelerdir.

Birlikte ekimlerde türlerin belirlenmesinde bazı kriterlerin dikkate alınması önemlidir. Bunların içinde önemli olan, birlikte ekimlerin en azından bir Legüminosae ve bir Gramineae olacak şekilde düzenlenmesidir. Bununla birlikte biyomas ve tohum üretimine uygun olmak, olgunlaşma dönemlerinin örtüşmesi, otlamada kullanılacak birlikte ekimlerde türlerin besin kalitesi ve rekabet yeteneklerinin benzer olması, türlerin ekolojik isteklerinin uygun olması gibi faktörler de göz önünde bulundurulmalıdır. Birlikte ekimlerde türlerin ekim yöntemleri de önemlidir. Genellikle birlikte ekimde kullanılan türler 3 temel metotla ekilebilirler. Bunlar:

- Türlerin aynı sıraya karışık ekimi.
- Türlerin aynı sıralara alternatif ekimi.
- Türlerin çapraz ekimi.

Konuyla ilgili yapılan çalışmalara göre şunları söylemek mümkündür. Örneğin Ankara şartlarında yapay mera kurulması amacıyla yürütülen bir çalışmada, *Medicago sativa* L. (Fabaceae), *Onobrychis sativa* Lam. (Fabaceae), *Bromus inermis* Leyys. (Poaceae) ve *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn. (Poaceae) türleri tek, ikili ve dördü birlikte ekimler halinde ekilmişlerdir. En yüksek yeşil ot, kuru ot ve kuru madde verimleri yonca+kılçıksız brom karışımından (sırasıyla; 1605.04, 504.29 ve 471.38 kg/da) elde edilmiştir (Albayrak, 2003).

İtalya'da yapılan bir çalışmada *Trifolium alexandrinum* L. (Fabaceae), *T. incarnatum* L., *T. resupinatum* L. ve *T. squarrosum* L. türleri, arpa veya İtalyan çimi ile birlikte ekilmiştir. 4 yılın ortalaması olarak, sulanan şartlarda en yüksek yeşil ot verimi, *T. squarrosum*+arpa dan elde edilirken (8.40 t/ha), sulama yapılmayan şartlarda *T. alexandrinum*+arpa dan elde edilmiştir (6,85 t/ha) (Martinello, 1999). Bu bulgulardan elde edilen sonuçlara göre küçük tohumlu bitkilerin çimlenerek gelişmesini kolaylaştırmak, erozyonu önlemek, zararlı otların gelişimini engellemek ve ilk yıl içinde daha fazla verim elde etmek için, çok yıllık yem bitkilerinin uygun bir koruyucu-arkadaş tür ile birlikte ekilmesi uygundur (Açıkgöz, 2001; Tan ve Serin, 2004).

Genellikle bu tip alanlarda fazla yağış ve organik madde yetersizliği nedeniyle, toprak yüzeyinde kalın bir sert tabaka oluşur. Böyle şartlarda birçok yem bitkilerinin tohumları küçük olduğundan toprak yüzeyindeki bu sert tabakayı aşarak yüzeye çıkamazlar. Bu durumda küçük tohumlu yem bitkileri, toprak yüzeyindeki sert tabakayı delebilen arpa gibi bitkiler ile beraber ekilmelidirler. Böylece arpa yem bitkisinin çıkışını kolaylaştırır (Manga ve Acar, 1988). Fiğ ise sülükleri ile tahıl bitkilerine sarılarak geliştiği için yatmayı önler böylece hasadı kolaylaştırır verim kayıplarını azaltır (Tan ve Serin, 1996). Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada en uygun

birlikte ekim yöntemleri araştırılarak en fazla kuru ot veriminin elde edildiği karışım tespit edilmiştir (Anlarsal vd., 1996).

6. Sonuç

Sonuç olarak, aynı ya da farklı bitki türleri arasında görülen yardımlaşma etkisi sayesinde bitkiler, ekstrem habitat özelliklerine sahip alanlardaki performanslarını artırarak başarılı olmakta ve yayılış alanlarını genişletmektedirler. Aynı zamanda bitkiler arasında görülen yardımcı etki fonksiyonlarını, ziraat ve ormancılık alanlarında uygulama imkânları da mevcuttur.

7. Kaynaklar

Açıköz, E., 2001, Yem bitkileri. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yay. No: 182. Bursa, 584s.

Aguiar, M. R., Soriano, A. ve Sala, O. E., 1992. Competition and facilitation in the recruitment of seedlings in Patagonia steppe, Functional Ecology, 6, 66-70.

Albayrak, S., 2003, Ankara Ekolojik Koşullarında Yapay Mera Kurulması Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. A.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, Ankara, 167s.

Anlarsal, A. E., Ülgen, A. C., Gök, M., Yücel, C., Çakır, B., Onaç I., 1996, Çukurova'da tek yıllık baklagil yem bitkisi + mısır üretim sisteminde baklagillerin ot verimleri ile azot fiksasyonlarının saptanması ve mısır üretiminde azot kullanımını azaltma olanakları, Türkiye 3. Çayır- Mera ve Yem bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, Türkiye, s.362-368.

Bertness, M. D. ve Callaway, R. M., 1994. Positive interactions in communities: a post cold war perspective, Trends in Ecology and Evolution, 9: 191-193.

Brooker, R. W. ve Callaghan, T. V., 1988. The balance between positive and

negative plant interactions and its relationship to environmental gradients: a model, Oikos, 81, 196-207.

Callaway, R. M., and King, L., 1996. Temperature-driven variation in substrate oxygenation and the balance of competition and facilitation, Ecology, 77 (4), 1189-1195.

Callaway, R. M. ve Walker, L. R., 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interaction in plant communities, Ecology, 78, 1958-1965.

Carlsson, B. ve Callaghan, T. V., 1991. Positive plant interactions in tundra vegetation and the importance of shelter, Journal of Ecology, 79, 973-983.

Castro, J., Zamora, R., Hódar, J. A. ve Gómez, J. M., 2002. The use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in Mediterranean mountains, Restoration Ecology, 10, 297-305.

Cavieres, L. A., Peñalosa, A., Papić, C. ve Tambutti, M., 1998. Efecto nodriza del cojín *Laretia acaulis* (Umbelliferae) en la zona alto-andina de Chile central (Nurse effect of *Laretia acaulis* (Umbelliferae) in the high Andes of central Chile), Revista Chilena de Historia Natural, 71, 337-347.

Cavieres, L., Arroyo, M. T. K., Peñalosa, A., Molina-Montenegro, M. ve Torres, C., 2002. Nurse effect of *Bolax gummifera* cushion plants in the alpine vegetation of the Chilean Patagonian Andes, Journal of Vegetation Science, 13, 547-554.

Clutton-Brock, T. H., 1991, The evolution of parental care. Princeton University Press, Princeton, 352p.

De Viana, M. L., Sühring, S., ve Manly, B. F. J., 2000. Application of randomization

- methods to study the association of *Trichocereus pasacana* (Cactaceae) with potential nurse plants. Plant Ecology, 00: 1-5.
- Franco, A. C. ve Nobel, P. S., 1988. Interaction between seedlings of *Agave desertii* and the nurse plant *Hilaria rigida*. Ecology, 69, 1731-1740.
- Franco, A. C. ve Nobel, P. S., 1989. Effects of nurse plant on the microhabitat and growth of cacti, Journal of Ecology, 77, 870-886.
- Franco-Pizaña, J., Fulbright, T. E. ve Gardnier, D. T., 1995. Spatial relations between shrubs and *Prosopis glandulosa* canopies, J Vegetation Sci, 6, 73-78.
- García Salmerón J., 1995, Manual de Repoblaciones Forestales II. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid, 918 p.
- Jordan, P. W. ve Nobel, P. S., 1979. Infrequent establishment of seedlings *Agave desertii* (Agavaceae) in the Northwestern Sonoran Desert, American Journal of Botany, 66, 1079-1084.
- Kellman, M. ve Kading, M., 1992. Facilitation of tree seedling establishment in a sand dune succession, J Vegetation Sci, 3, 679-688.
- Körner, C. ve Larcher, W., 1988, Plant life in cold climates. Plants and temperature, Long, S. F. ve Woodward, F. I. (eds.), Cambridge University Pres, Cambridge, pp. 25-57.
- Lacey, E. P. ve Herr, D., 2005. Phenotypic plasticity, parental effects, and parental care in plants? I. An examination of spike reflectance in *Plantago lanceolata* (Plantaginaceae), American Journal of Botany, 92 (6), 920-930.
- Lammers, H., Chapin III, F. S. ve Pons, T. L., 1998, Plant physiological ecology. Springer-Verlag, New York, 540p.
- Larcher, W., 2003, Physiological Plant Ecology. Springer-Verlag, Berlin, 513p.
- Lewitt, J., 1980, Responses of plants to environmental stresses. Second Edition, Vols. I- II. Academic Press, New York and London, 497p.
- Manga, İ. ve Acar, Z., 1988, Yem Kültürünün Genel İlkeleri, OMÜ Yay. No: 37, Samsun.
- Martinello, P., 1999. Effects of irrigation and harvest management on dry- matter yield and seed yield of annual clovers grown in pure and in mixtures with Graminaceous species in a Mediterranean Environment, Grass and Forage Science, 54, 52-61.
- Molina-Montenegro, M. A, Torres, C., Parra, M. J., ve Cavieres, L., 2000. Asociación de especies al cojín *Azorella trifurcata* (Apiaceae) en la zona andina de Chile central (37°S) (Species association with the cushion *Azorella trifurcata* (Apiaceae) in the high Andes of central Chile (37°S), Gayana Botanica, 57, 161-168.
- Núñez, C. I., Aizen, M. A. ve Ezcurra, C., 1999. Species associations and nurse effects in patches of high -Andean vegetation, J Vegetation Sci, 10, 357-364.
- Pemán, J., ve Navarro, R., 1998, Repoblaciones forestales. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Léridade, Léridade.
- Pugnaire, F. I., Haase, P. ve Pulgdefabregas, J., 1996. Facilitation between higher

plant species in a semiarid environment, Ecology, 77, 1420-1426.

Pugnaire, F. I. ve Luque, M. T., 2001. Changes in plant interactions along a gradient of environmental stress, Oikos 93, 42-49.

Raffaele, E. ve Veblen, T. T., 1998. Facilitation by nurse shrubs of resprouting behavior in a post-fire shrubland in northern Patagonia, Argentina, Journal of Vegetation Science, 9, 693-698.

Tan, M., ve Serin, Y., 1996, Fiğ + tahıl karışımlarında karışım oranları ve biçim zamanlarının makro besin elementi kompozisyonuna etkileri, Türkiye 3. Çayır Mera ve Yem bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, Erzurum, Türkiye, s.308-315.

Tan, M., ve Serin, Y., 2004. Is the companion crop harmless to alfalfa establishment in the highlands of East Anatolia?, Journal of Agronomy and Crop Science, 190, 1-5.

Wied, A. ve Galen, C., 1998. Plant parental care: Conspecific nurse effects in *Frasera speciosa* and *Cirsium scopulorum*, Ecology, 79 (5), 1657-1668.

Valiente-Banuet, A. ve Ezcurra, E., 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, Mexico, Journal of Ecology, 79 (4), 961-971.