



Tuz Stresinin Bitki Gelişimindeki Olumsuz Etkileri ve Bazı Yem Bitkilerinin Tuzluluk Toleransları

¹Mehmet ARSLAN

¹Songül ÇETİN

²Cengiz ERDURMUŞ

¹Akdeniz Üniversitesi Gazipaşa M.R.B. Meslek Yüksekokulu, Antalya

²Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

ÖZET

Toprak tuzluluğu, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bitki çeşitliliğini ve tarımsal üretkenliği azaltan önemli sorunlardan birisidir. Ülkemizde çok büyük bir alan tuzlulukta etkilenmektedir. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma, drenaj yetersizliği, tarımsal işlemler ve toprak özellikleri tuzluluğun başta gelen sebeplerindenndir. Özellikle son yıllarda küresel iklim değişikliğinin etkisi ile tuzluluk sorunu daha da önem kazanmıştır. Tarımsal alanlarda tuzluluğun artması, toprağın yapısını bozmakta, bitkilerin ürün kalitesi ve verimliliğini önemli ölçüde sınırlandırmaktadır. Tuz stresi, bitkilerde çeşitli gelişim süreçlerinin yanında morfolojik, hücresel, fizyolojik ve moleküler seviyede pek çok aksaklıklara neden olmaktadır. Bitkiler, tuz stresine yanıt olarak çeşitli tolerans stratejileri de geliştirmektedir. Bu derlemede, tuz stresinin etkileri ve tuzluluğa karşı bazı yem bitkilerin tuzluluk toleransları tanıtılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Toprak tuzluluğu, tuz stresi, yem bitkileri, tuzluluk etkileri, tuzluluk toleransı

1. GİRİŞ

Bitkiler yaşamlarını sürdürebilmek için yetiştikleri alanlarda, gelişimlerini kısıtlayıcı çeşitli olumsuz koşullarla karşılaşmaktadır. Bitkilerde büyüme, gelişme ve metabolizmayı etkileyen ya da engelleyen durumlara stres adı verilmektedir (Gürel ve ark., 2011). Stres faktörleri, orijinlerine göre abiyotik ve biyotik stres faktörleri olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir. Abiyotik stres faktörleri soğuk, sıcak, kuraklık, tuzluluk, su



fazlalığı, radyasyon, çeşitli kimyasallar, oksidatif stres, rüzgâr ve toprakta besin yetersizliği gibi çevresel faktörlerdir. Biyotik stres faktörleri ise virüs, bakteri ve fungusları içeren patojenler, böcekler ve herbivorlardır (Mahajan ve Tuteja, 2005).

Abiyotik stres faktörlerinden biri olan tuzluluk hem tarım yapılan toprakları olumsuz etkilemekte hem de tuzluluk tehdidi altındaki topraklarda yetişen bitkilerde çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır. Toprak tuzluluğu kurak ve yarı kurak bölgelerde, özellikle sıcak ve kurak olan dönemlerde, tuzlu taban sularının kılcal yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşarak, burada yüksek evaporasyon nedeni ile toprak yüzeyinden kaybolması ve tuzların toprak yüzeyinde veya yüzeye yakın kesimlerde birikmesiyle oluşmaktadır (Ağca, 1999). Bu birikme toprak yüzeyinde olabileceği gibi yüksek sıcaklık etkisiyle yüzeyden daha aşağılarda da olabilmektedir. Tuzlu topraklar sodik topraklara göre ıslahı daha kolay ve bitki yetiştirmeye daha müsaittirler (Ergene, 1982).

Dünyada tuzdan etkilenmiş topraklar, yaklaşık 955 milyon hektarlık bir alanı kaplamaktadır (Szabolcs, 1991). Dolayısıyla dünyadaki toplam arazi yüzeyinin nerdeyse %



10'unu farklı şekilde tuzdan etkilenmiş (Passaraklı vd., 1991) ve yaklaşık 20 milyon hektarlık bir alan tuzluluk etkisinden dolayı üretim dışı kalmıştır (Malcolm, 1993). Mevcut sulanan alanların ise, 1/3'ü tuzdan etkilenmiş ve bitki üretimini azalttığı belirlenmiştir (Mass ve Hoffman 1977). Ülkemizde de geçmişten bu yana yapılan arazi sınıflandırma çalışmalarında, tuzdan etkilenmiş alanların gün geçtikçe arttığı ortaya konulmuştur. Son yapılan çalışmalarda Türkiye'de 1.518.722 ha alanda tuzluluk ve alkalilik (çoraklık) sorunu tespit edilmiştir. Buna göre çorak araziler ülkemiz yüzölçümünün % 2 sine, toplam işlenen arazilerinin % 5.48 (27 699.003 ha)'ine eşdeğer büyüklüktedir. Toplam çorak alanların % 74'ü tuzlu, % 25,5'i tuzlu-alkali ve % 0,5'i alkali (sodyumlu) topraklardan oluşmaktadır (Anonim, 1980).

Toprakların tuzlaşmasında sulama, drenaj, toprak özellikleri, fizyografya ve iklim gibi etmenler önemli ölçüde etki yapmaktadır (Kanber ve ark., 2005). Özellikle tarla içi sulamalarda ortaya çıkan çevresel sorunların başında, uygun olmayan sulama yönetimi altında ve zayıf drenaj ortamında fazla sulama yapılması halinde topraklarda görülen tuz birikimi gelmektedir (Ghassemi ve ark., 1995). Türkiye'de sulama, ürün yetişme döneminde yağış eksikliği ve güvenirliliğinin azlığı nedeniyle, tarımsal üretimin artması ve sürekliliği için yaşamsal öneme sahiptir. Bu nedenle günümüzde çeşitli yatırımlar ile kuru tarım yapıldığı alanlarda sulu tarıma geçilmiş ve üretimde ürün çeşitliliği ve verim artışları kaydedilmiştir. Ancak kuru tarım alanlarının sulamaya açılması sonucu suların içerdiği iyonların uygun bir drenaj sistemi ile uzaklaştırılmayan bir bölümü, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde toprakta birikmeye başlamış ve bunun sonucu ile tuzlaşma ve alkalileşme gibi sorunları ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte bilinçsiz sulama özellikle tuz içeriği yüksek sulama sularının yoğun kullanımı ile topraklarda tuz birikimine sebep olmaktadır. Ayrıca aşırı sulama ile yeraltı su tablasının yükselmesi de tuzluluğa sebep olmaktadır (Anonim, 2000). Sulamanın olduğu her yerde toprağa tuz iletimi söz konusu olmuştur (Yurtseven, 1999; Akgül, 2002; Yurtseven ve Bozkurt, 1997; Kanber ve ark., 1992). Bu tuzlar, toprağın fiziksel özelliklerini etkileyebileceği gibi doğrudan

bitki üzerine toksik yani zehir etkisi de yapabilir ve sonuçta verimde azalmalar meydana gelebilmektedir (Kara ve Apan, 2000).

Toprak tuzluluğu, diğer bir ifade ile elektriksel geçirgenlik (EC); toprakta bulunan eriyebilir tuzların bir göstergesidir. Toprak tuz düzeylerine, yani toprağın elektriksel geçirgenliğine göre bitkilerin tuza dayanıklılıklarının sınıflandırılması Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1: Toprakların tuzluluk seviyelerine göre bitkilerin tepkisi

| EC _e , [25°C’de mmhos/cm] | Sınıf | Bitki verimi |
|--------------------------------------|----------------|--|
| 0-2 | Tuzsuz | Etkilenmez. |
| 2-4 | Nispeten tuzlu | Hassas bitkiler etkilenir. |
| 4-8 | Tuzlu | Pek çok bitki etkilenir. |
| 8-16 | Çok tuzlu | Yalnızca dayanıklı bitkiler yetişebilir. |
| →16 | Aşırı tuzlu | Çok az sayıdaki dayanıklı bitki yetişebilir. |

Kaynak: <http://www.ars.usda.gov>

Bu derlemede, bitki verimliliğinde önemli kayıplara neden olabilen tuzluluğun bitki gelişimine olan olumsuz etkileri ve bazı yem bitkilerinin tuz toleransları anlatılacaktır.

2. BİTKİLERDE TUZ STRESİNİN YARATTIĞI OLUMSUZLUKLAR

Tuzluluk bitki büyümesi ve verimliliğini sınırlandıran çevresel bir faktördür (Allahverdiev ve ark., 2000). Bitkiler üzerine yüksek tuzluluğun zararlı etkileri verimlilikte azalma veya bitki ölümü olarak tüm bitki seviyesinde gözlenebilmektedir (Muranaka ve ark., 2002a, b; Mensah ve ark., 2006; Murphy ve ark. 2003). Toprakta çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilirler. Bitki bünyesine giren tuz bileşikleri çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca bitkiye zararlı olmaktadır. Bitki üzerinde, beslenme ve metabolizmayı bozmak yoluyla zehirleyici etki yaparlar. Ayrıca toprakta tuz konsantrasyonunun artmasıyla, bitkinin topraktan su alımı güçleşmekte, toprağın yapısı bozulurak bitki gelişimi yavaşlamakta, hatta durmaktadır (Kanber ve ark., 1992; Güngör ve Erözel, 1994).

Bitkiler tuz stresinden Ozmotik ve Toksik olmak üzere iki şekilde etkilenmektedir:

2.1. Ozmotik Etki: Topraktaki tuz miktarının artışı ozmotik basıncı arttırdığı ve dolayısıyla su potansiyelini düşürdüğü için köklerin su alımını engelleyerek bir çeşit kuraklık stresine sebep olur. Dolayısıyla bu çeşit tuz stresini gerek belirtirleri gerekse sonuçları itibarıyla bir kuraklık stresidir.

Toprak çözeltisinde tuz konsantrasyonunun artması ve su potansiyelinin azalması, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyelini düşürmekte ve bitkilerde bir dizi tepkinin oluşmasına neden olmaktadır (Glenn ve ark., 1997). Ozmotik stres sodyum iyonlarının direkt bir etkisi olmaksızın su eksikliğinden kaynaklanmaktadır (Munns, 2002). Ancak, toprak çözeltisindeki aşırı miktarda bulunan çözülebilir tuzlar, bitkilerin sudan yararlanabilirliğini azaltmaktadır. Böyle du-

rumlarda yaygın bir yanıt olan su potansiyelindeki azalma, turgor potansiyelinin devamı için çözünen madde içeriğinin artırılması sonucu ozmotik potansiyeldeki azalma ile dengelenebilmektedir. Tuzluluğun artışı, bitkilerin su ve ozmotik potansiyelini daha negatif hale getirmektedir. Köklenme bölgesindeki çözülmüş maddelerin sahip olduğu düşük ozmotik potansiyel, toprağın su potansiyelini düşürmekte ve dolayısıyla bitkilerin genel su durumları etkilenmektedir. Topraktaki su kaybı ile bitki topraktan çok az su alabilmektedir ve bu nedenle su potansiyeli daha da düşmektedir (Bressan, 2008).

Tuz stresine maruz kalan pek çok bitki, ozmotik dengeyi sağlamak için hücrelerinde düşük moleküler ağırlıklı çeşitli organik maddeleri yüksek konsantrasyonlarda biriktirmektedirler. Bitki türlerine, çeşitlerine ve bitki kısımlarına göre farklılık göstermekle birlikte, tuzluluk şartları altında düşük molekül ağırlıklı şekerlerin miktarı artmaktadır (Ashraf, ve Haris, 2004).

2.2. Toksik Etki: Tuz iyonlarının yüksek konsantrasyonlarda olması halinde bitkide toksik etkiler görülür. Özellikle sodyum iyonları bitkiye fazla alındığında halofit olmayan bitkilerde toksik etkiler oluşur. Mitoz bölünmenin engellenmesi, bazı enzimlerin inaktivasyonu gibi toksik etkiler görülür (Demir ve Kocaçalışkan, 2002). Bu etkilerin yanı sıra bitkilerde beslenme dengesizliği, toprak çözeltisindeki iyonların etkisi ve tüm faktörlerin birlikte kombinasyonları da bitkilerde olumsuz etkilere sebep olmaktadır (Ashraf, 1994; Marschner, 1995).

Tuz stresinin yaşandığı ortamda bitkilerde en çok toksisiteye sebep olan iyonlar sodyum (Na) ve klor (Cl) iyonlarıdır (Maas, 1986). Bitkilerde tuz stresini, toprakta sodyum klorür (NaCl) ve diğer çözülebilir tuz miktarının artışına paralel olarak bitkinin büyüme ve gelişimi üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Glenn ve ark., 1997).

Tuzlu koşullar altında Na, Ca ve diğer iyonlarla rekabette üstün durumda olduğundan bunların alınımını güçleştirir. Hücreler arası Na birikimi metabolizma için toksiktir ve toprakta aşırı Na birikimi birçok duyarlı bitki için büyüme inhibisyonunda önemli rol oynamaktadır (Mengel ve Kirkby, 2001). Fazla alındığı için hücrede mevcut olan K ve Ca gibi iyonların da atılmasına neden olur. Na/K ve Na/Ca oranları artar. Hücre fazla olan Na’u dışarıya veya vakuole atarken enerji gerektirir, böylece harcanan fazla enerji inorganik N’un asimilasyonunu ve protein oluşmasını azaltır (Eryüce ve ark., 1998). Na, öncelikle köklerde ve gövdenin alt kısımlarında birikmektedir. Ancak uzun süre ve yüksek konsantrasyonlarda birikim meydana gelirse, Na üst aksamlara da taşınmaya başlar ve zararlı etkilerini gösterir. Yüksek Na konsantrasyonu bitkilerde Ca, K ve Mg noksanlıklarına neden olmaktadır (Maas, 1986). Cl ise su ile birlikte kolayca hareket eder ve köklerden alınımı hızlı ve kolaydır. Bitkiye alınan Cl, sürgünlere taşınır yapraklarda birikir. Cl, Na’a oranla köklerden taca çok daha hızlı taşınmakta ve yapraklarda Cl birikimi Na’a oranla çok daha yüksek olmaktadır (Maas, 1986). Özellikle, Ca yönünden zengin koşullarda ise Na ve Cl’ nin antagonistik etkisi ile Mg noksanlığı daha sık görülebilir (Eryüce ve ark., 1998).



Yukarıda bahsedilen faktörlerin tümü bitki büyüme ve gelişiminde fizyolojik ve biyokimyasal seviyelerde (Levitt, 1980 ve Munns, 2002) ve moleküler seviyede (Mansour, 2000; Tester ve Davenport, 2003) olumsuz pleiotropik (tek bir genin birden fazla karakterden sorumlu olması) etkilerle neden olmaktadır. Dolayısıyla, tuz stresi yoğunluğu ve süresine bağlı olarak bitkilerde büyüme, gelişme, çimlenme, hücre bölünmesi, fotosentez gibi pek çok biyolojik olayı etkilemekte (Bressan, 2008) ve tuzluluk, tarımsal alanlarda bitki verimliliği ile ürün kalitesini sınırlamaktadır (Koca ve ark., 2007).

Tüm bu zararlı etkilerin yanında, bitki fizyolojisindeki olumsuz etkilerinden bazılarını da enzim aktivasyon bozukluğu, besin dengesizliği, membran disfonksiyonu, genel metabolik süreçte aksamalar, ozmotik uyumsuzluk ve su alımında dengesizlik, oksidatif stres ve genel gelişim yetersizliği olarak (Orcutt ve Nilsen, 1996) aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

Tuzluluk; yüksek sıcaklık, kuraklık, düşük sıcaklık, don, herbisit uygulaması, mineral element eksikliği ve su noksanlığından kaynaklanan stres faktörlerinde olduğu gibi bitkilerde karbon (C) metabolizmasını ve elektron taşıma aktivitesini sınırlandırmakta ve bozmaktadır (Gueta-dahan ve ark., 1997; Sreenivasulu ve ark., 2000).

Tuz stresi ile artan solunum oranı, iyon toksisitesi, bitki büyümesindeki değişimler, mineral bozukluklar, kalsiyum iyonlarının yerine sodyum iyonlarının geçmesiyle sonuçlanan membran kararsızlığı (Marschner, 1986), membran geçirgenliği (Gupta vd., 2002) gibi fizyolojik işlevleri olumsuz etkilemektedir.

Tuzluluk azot (Mansour, 2000) ve karbon metabolizmasını da (Balibrea vd., 2000) olumsuz etkilemektedir.

Tuzluluk transpirasyon oranını ve stoma iletkenliğini azaltmakta, stoma direncini ise arttırmaktadır (Ashraf, 2004).

Tuz stresi bitkilerde fotosentez etkinliğinde azalmaya neden olmakta (Sayed, 2003) ve bitki yapraklarında klorofil içe-

riğini etkilemektedir (Fedina vd., 2003; Khan, 2003). Bu parametreler bitki türü (Dubey, 1994) ve stresin şiddeti ve süresi (Mishra vd., 1997) ile ilişkilidir.

Tuz stresi altındaki pek çok bitkide, yapraklardaki nitrat reductaz aktivitesi (NRA) nde azalma gözlenmektedir. Yapraklardaki NRA' nin azalması, dış ortamdaki Cl tuzlarının varlığında NO_3^- ve NH_4^+ un alımının azalması ile ilgilidir (Türkan ve Demiral, 2009).

Bitkilerde tuzluluğa olan hassasiyet arttıkça bu etkiler daha belirginleşmektedir. Büyümenin baskılanması tüm bitkilerde meydana gelir; fakat tolerans seviyeleri ve tuzun öldürücü konsantrasyonlarında büyümedeki azalma oranları farklı bitki türleri arasında geniş bir skalada değişmektedir. Büyümenin baskılanması su potansiyelindeki değişimin bir sonucu olmasına rağmen, hücre bölünmesi ve uzamasının inhibisyonuna ve hücre ölümünün hızlanmasına katkısı tam olarak belirlenememiştir (Hasegawa vd., 2000).

3. BİTKİLERDE TUZLULUK TOLERANSLARI

Çeşitli çözülebilir tuzların çok yüksek konsantrasyonlarını içeren ortamlarda bitkilerin büyüme ve hayat döngülerini tamamlayabilme yeteneklerine tuz toleransı denir. Bitkiler, tuz stresine maruz kaldıkları zaman ilgili biyokimyasal ve moleküler mekanizmaları devreye sokmaktadırlar (Parida ve Dass, 2005). Tuz toleransı, tuz stresine dayanıklılığın bir göstergesidir ve bitki türüne, yaşadığı ortam ve çevre şartlarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (Gürel ve Avcioğlu, 2001).

Marschner (1995)'e göre, bitkilerde tuza tolerans iki şekilde gerçekleşmektedir. Birincisi, tuzdan sakınım (exclusion) mekanizmasıdır. Bu mekanizmaya sahip bitkiler tuzun alımını sınırlama yoluyla toksisiteyi önleme yeteneğine sahiptirler. Tuzu kabullenme (inclusion) diye belirtilen ikinci mekanizma ise bitkinin sodyum (Na) ve klor (Cl)'a doku toleransı göstermesi şeklinde işler. Günümüze değin yapılar çalışmalar göstermiştir ki, bitkilerin tuz stresinden etkilenme düzeyleri, çevre faktörleri ve bitkinin gelişme dönemine

göre farklılık göstermekle beraber, farklı bitki türleri ve tür içerisindeki genotipler de tuza karşı farklı duyarlılık göstermektedir.

Bir genotipin tuz stresine karşı toleransını gösteren yaklaşık 200 adet morfolojik-fizyolojik parametre olduğu konusunda düşünceler ileri sürülmektedir. Tuzdan sakınım veya tuzu kabullenmeye bağlı olarak tuza toleransın belirlenebilmesi için bitkilerin değişik doku ve organellerindeki iyonların (Na, K, Cl) birikimi (Sykes, 1987), bitkiadaki taşınımı ve dağılımı ya da translokasyonu (Hasegawa ve ark. , 1986), organik madde sentezleme ve biriktirme yetenekleri (Banuls ve Primo-Millo, 1992) ve farklı organların iyon dengeleri (K/Na, Na/Ca) (Speer ve Kaiser, 1991) gibi parametreler üzerinde durulmaktadır.

Bitkiler, tuz stresi ile meydana getirilen reaktif oksijen türlerinden hücreyi korumak için, çeşitli antioksidanları ve antioksidatif enzimleri kullanmaktadır (Zhu, 2005). Farklı bitki türlerinde tuzlulukla teşvik edilmiş çok sayıda protein belirlenmiştir. Bu proteinleri, sadece tuzluluk şartlarında biriktirilen tuz stresi proteinleri ve diğer abiyotik faktörlerce biriktirilen stresle ilgili proteinler olarak iki gruba ayırmak mümkündür. Proteinler, tuzluluk stresi şartlarında ozmotik düzenlemeye olanak sağlamaktadırlar (Ashraf, ve Haris, 2004). Arpa, ayçiçeği, çeltik gibi bitkilerin tuza toleranslı genotiplerinin daha yüksek çözülebilir protein içeriğine sahip oldukları gözlenmiştir (Parvaiz ve Satyawati, 2008).



4. YEM BİTKİLERİNDE TUZLULUK TOLERANSLARI

Tuzluluk; özellikle tuza toleransları zayıf olan kültür bitkileri için önemli bir problem teşkil etmektedir. Tuzlu alanların çözüme kavuşturulması amacıyla yürütülen birçok ıslah yöntemlerini sıralamak mümkün olsa da, dikkat edilmesi gereken yöntemin uygulanabilirliği, devamlılığı ve ekonomik olmasıdır. Bir yörede, gerekli tedbirler alınmasına rağmen, toprak tuzluluğunun kontrolü mümkün olmuyorsa, o yörede ortaya çıkan tuzluluk düzeyinde ekonomik verim sağlayabilecek, tuza dayanımı yüksek bitkilerin yetiştirilmesi yoluna gidilmelidir. Ayrıca buharlaşmanın çok yüksek olduğu yaz aylarında, tarım arazilerini boş bırakmak yerine, kuvvetli bir yem bitkisi örtüsü ile toprak yüzeyinin kapatılması gerekir. Bu sebepten bitkisel ve hayvansal üretim her zaman birlikte düşünülmelidir.

Bu hassasiyetler dikkate alındığında, son yıllarda yapılan çalışmalar özellikle sodik ve tuzlu-sodik toprakların iyileştirilmesinde kimyasal maddeler kullanmadan, tuza toleranslı



(halofit ve glikofit) bitkilerin kullanılmasıyla iyileştirebileceği gösterilmiştir. Tuza tolerans dereceleri farklı olan bitkiler (özellikle yem bitkileri) yetiştirilmek suretiyle, hem toprak organik madde miktarı artırılmış olacak hem de evaporasyon azaltılmış olacaktır. Ayrıca tuza ve rutubete dayanıklı bitkilerin ekilmesi, bitkilerin kökleriyle topraktan tuz soğurması ve kökleri vasıtasıyla veya toprağa karıştırıldıklarında su geçirgenliğini artıracığı için ıslah işlemlerine yardımcı olacaklardır. Bu gibi topraklarda kültür bitkilerin dayanıklılık dereceleri oldukça düşük veya hassastır. Bu amaçla tuza tolerans dereceleri farklı olan özellikle yem bitkileri aşağıda belirtilen özelliklerinden dolayı kullanımı uygundur (Temel ve Şimşek, 2011).

- Yem bitkilerin, güçlü köksel gelişim göstermesi ve yüksek oranda kök biyoması üretmesi, toprağa önemli miktarda organik madde kazandırmakta ve toprağın geçirgenliğini artırmaktadır.
- Yine organik maddelerin parçalanması esnasında ortaya çıkan CO₂ ve organik asitler, Ca kaynaklı mineralleri çözmekte ve Ca' un topraktaki elverişliliğini artırarak Na birikimine engel olmaktadır.
- Bitkiler kökleriyle CO₂ üreterek ve özellikle baklagil bitkileri kökleriyle azot fikse ederek hidrojen iyonunu ortama vermek suretiyle Ca kaynağı olan kireç ve jipsin çözülmesine yardımcı olmaktadır. Bu durum Na ile Ca iyonlarının yer değiştirmesini sağlayarak toprakların ESP değerini düşürmektedir.
- Su tüketimleri yüksek olan ve derin kök sistemine sahip yem bitkileri, toprağın alt katmanlarındaki suya ulaşabildikleri için taban suyu seviyesini düşürerek kapillarite ile suyun toprak yüzeyine taşınmasını dolayısıyla tuzluluğu da azaltmış olmaktadır. Yine toprak yüzeyini örtmeleme bağlı olarak buharlaşma hızını ve miktarını azaltarak tuzluluğu azaltmaktadır.
- Tuza toleransı yüksek olan halofit ve glikofit yem bitkileri fazla miktarda Na ve Cl tuzlarını alarak yapraklarında biriktirmekte ve böylece topraktan tuz ve Na soğurarak toprağı ıslah etmektedirler.

Günümüzde birçok bitkinin tuza olan dayanımları bilinmekte olup, genel bir "bitkinin tuza dayanım rehberi" verilebilmektedir. Yem bitkilerini içeren böyle bir rehber çizelge aşağıda verilmiştir (Maas ve Hoffman, 1977).

Çizelge 2: Toprak tuzluluğu (EC_e) ya da sulama suyu tuzluluğu (EC_s) tarafından etkilenmiş bazı seçilmiş yem bitkilerine ilişkin bitki dayanımları ve verimlilik potansiyelleri

| BİTKİLER | %100 | | %90 | | %75 | | %50 | | %0 | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | EC _e | EC _s | EC _e | EC _s | EC _e | EC _s | EC _e | EC _s | EC _e | EC _s |
| Yüksek otlak ayrığı (<i>Agropyron elongatum</i>) | 7.5 | 5.0 | 9.9 | 6.6 | 13.0 | 9.0 | 19.0 | 13.0 | 31.0 | 21.0 |
| Otlak ayrığı (<i>Agropyron cristatum</i>) | 7.5 | 5.0 | 9.0 | 6.0 | 11.0 | 7.4 | 15.0 | 9.8 | 22.0 | 15.0 |
| Köpekdişi (<i>Cynodon dactylon</i>) | 6.9 | 4.6 | 8.5 | 5.6 | 11.0 | 7.2 | 15.0 | 9.8 | 23.0 | 15.0 |
| Arpa, yemlik (<i>Hordeum vulgare</i>) | 6.0 | 4.0 | 7.4 | 4.9 | 9.5 | 6.4 | 13.0 | 8.7 | 20.0 | 13.0 |
| Çok yıllık çim (<i>Lolium perenne</i>) | 5.6 | 3.7 | 6.9 | 4.6 | 8.9 | 5.9 | 12.0 | 8.1 | 19.0 | 13.0 |
| Dar yapraklı gazal boynuzu (<i>Lotus comiculatus tenuifolium</i>) | 5.0 | 3.3 | 6.0 | 4.0 | 7.5 | 5.0 | 10.0 | 6.7 | 15.0 | 10.0 |
| Yumrulu Kanyaş (<i>Phalaris tuberosa</i>) | 4.6 | 3.1 | 5.9 | 3.9 | 7.9 | 5.3 | 11.0 | 7.4 | 18.0 | 12.0 |
| Kamışsı Yumak (<i>Festuca elatior</i>) | 3.9 | 2.6 | 5.5 | 3.6 | 7.8 | 5.2 | 12.0 | 7.8 | 20.0 | 13.0 |
| Sibiryaya Ayrığı (<i>Agropyron sibiricum</i>) | 3.5 | 2.3 | 6.0 | 4.0 | 9.8 | 6.5 | 16.0 | 11.0 | 28.0 | 19.0 |
| Dar yapraklı Fiğ (<i>Vicia angustifolia</i>) | 3.0 | 2.0 | 3.9 | 2.6 | 5.3 | 3.5 | 7.6 | 5.0 | 12.0 | 8.1 |
| Sudan otu (<i>Sorghum sudanense</i>) | 2.8 | 1.9 | 5.1 | 3.4 | 8.6 | 5.7 | 14.0 | 9.6 | 26.0 | 17.0 |
| Rizomlu Otlak Arpası (<i>Elymus triticoides</i>) | 2.7 | 1.8 | 4.4 | 2.9 | 6.9 | 4.6 | 11.0 | 7.4 | 19.0 | 13.0 |
| Yem Börülcesi (<i>Vigna unguiculata</i>) | 2.5 | 1.7 | 3.4 | 2.3 | 4.8 | 3.2 | 7.1 | 4.8 | 12.0 | 7.8 |
| İri Gazal boynuzu (<i>Lotus uliginosus</i>) | 2.3 | 1.5 | 2.8 | 1.9 | 3.6 | 2.4 | 4.9 | 3.3 | 7.6 | 5.0 |
| Yüksek Sesbanya (<i>Sesbania exaltata</i>) | 2.3 | 1.5 | 3.7 | 2.5 | 5.9 | 3.9 | 9.4 | 6.3 | 17.0 | 11.0 |
| Sphaerophysa (<i>Sphaerophysa salsula</i>) | 2.2 | 1.5 | 3.6 | 2.4 | 5.8 | 3.8 | 9.3 | 6.2 | 16.0 | 11.0 |
| Yonca (<i>Medicago sativa</i>) | 2.0 | 1.3 | 3.4 | 2.2 | 5.4 | 3.6 | 8.8 | 5.9 | 16.0 | 10.0 |
| Salkımyulaf (<i>Eragrostis sp.</i>) | 2.0 | 1.3 | 3.2 | 2.1 | 5.0 | 3.3 | 8.0 | 5.3 | 14.0 | 9.3 |
| Mısır, yemlik (<i>Zea mays</i>) | 1.8 | 1.2 | 3.2 | 2.1 | 5.2 | 3.5 | 8.6 | 5.7 | 15.0 | 10.0 |
| İskenderiye üçgülü (<i>Trifolium alexandrinum</i>) | 1.5 | 1.0 | 3.2 | 2.2 | 5.9 | 3.9 | 10.0 | 6.8 | 19.0 | 13.0 |
| Domuz Ayrığı (<i>Dactylis glomerata</i>) | 1.5 | 1.0 | 3.1 | 2.1 | 5.5 | 3.7 | 9.6 | 6.4 | 18.0 | 12.0 |
| Çayır Tilikuyruğu (<i>Alopecurus pratensis</i>) | 1.5 | 1.0 | 2.5 | 1.7 | 4.1 | 2.7 | 6.7 | 4.5 | 12.0 | 7.9 |
| Çayır Üçgülü (<i>Trifolium pratense</i>) | 1.5 | 1.0 | 2.3 | 1.6 | 3.6 | 2.4 | 5.7 | 3.8 | 9.8 | 6.6 |
| Melez Üçgül (<i>Trifolium hybridum</i>) | 1.5 | 1.0 | 2.3 | 1.6 | 3.6 | 2.4 | 5.7 | 3.8 | 9.8 | 6.6 |
| Aküçgül (<i>Trifolium repens</i>) | 1.5 | 1.0 | 2.3 | 1.6 | 3.6 | 2.4 | 5.7 | 3.8 | 9.8 | 6.6 |
| Çilek Üçgülü (<i>Trifolium fragiferum</i>) | 1.5 | 1.0 | 2.3 | 1.6 | 3.6 | 2.4 | 5.7 | 3.8 | 9.8 | 6.6 |



Yukarıdaki çizelgede birçok yem bitkisi için yarı-kurak alanlarda geliştirilen oransal tuza dayanım değerleri (deneysel değerler) yer almaktadır. Çizelgede tuz olan hassasiyet yukarıdan aşağı doğru artmaktadır. Bu verilere göre tuzluluğun artması ile birlikte, verimin azalmaya ilk başladığı bir eşik değerinden sonra, verim değerleri doğrusal olarak azalma göstermektedir. Çizelgeden toprak tuzluluğundaki düşüşün sulama suyundaki orana göre bitkileri daha çok etkilediği sonucuna da varılmaktadır.

Bitki tür ve çeşidi, büyüme ve gelişme devresi, yetiştirme koşulları gibi birçok faktör tarafından etkilenmekle beraber, çok sayıda araştırma sonucunda elde edilen verilerden yararlanmak suretiyle, yem bitkilerini tuzluluğa karşı tepkileri bakımından aşağıdaki çizelgedeki gibi sınıflandırmak mümkündür.

Çizelge 3. Tuzluluğa Dayanıklılık Bakımından Yem Bitkilerinin Sınıflandırılması (Tekeli ve Ateş, 2009)

| Tuzluluğa Kısmen Duyarlı | Tuzluluğa Kısmen Dayanıklı | Tuzluluğa Dayanıklı |
|--------------------------|----------------------------|---------------------|
| Yonca | Çok yıllık çim | Otlak ayrığı |
| Adi fiğ | Tek yıllık çim | Yabani otlak arpası |
| Yem bezelyesi | Sorghum | Köpek dişi çimi |
| Ak üçgül | Mavi ayrık | Yüksek otlak ayrığı |
| Çayır üçgülü | Sarıççekli gazal-boynuzu | |
| Çayır kelpkuyruğu | Yemlik kolza | |
| Ak tavus otu | Ak taş yoncası | |
| İskenderiye üçgülü | Sarı taş yoncası | |
| Mısır | Mavi taş yoncası | |
| Çilek üçgülü | Çayır yumağı | |
| Çayır tilikuyruğu | Yem börülcesi | |
| Nohut geveni | Kamışsı yumak | |
| Yüksek çayırulafı | İran üçgülü | |
| Domuz ayrığı | | |

5. SONUÇ

Tuzluluğun bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri, bitki fizyolojisindeki değişimler, bitkiler tarafından geliştirilen savunma mekanizmaları, verim ve kalite düşüşleri maruz kalan tuz yoğunluklarına bağlı olarak değişmektedir. Günümüzde, gıda ihtiyaçlarının artması ve tarıma açılacak arazilerin son sınırına gelmiş olması, var olan arazilerin sürdürülebilir bir şekilde kullanılması zorunluluğunu gündeme getirmektedir. Sonuç olarak tuzluluğun tarımsal üretimde ciddi bir sorun olduğu ve birçok bitki üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Bu sebeple mevcut arazilerin daha verimli kullanılması ve özellikle tuzlu arazilerin ıslahı ve değerlendirilmesi son derece önemlidir. Çoraklaşmış toprakların iyileştirilmesinde kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlemlerle birlikte insan faktörü, bu toprakların yönetiminin esasını oluşturmaktadır. Dünyada, özellikle biyo-ıslah çalışmalarında yem bitkilerinin kullanılması, hem tuzdan etkilenmiş toprakların iyileştirilmesini hem de kaliteli kaba yem üretimini artırma noktasında olumlu sonuçlar vermektedir. Bu bağlamda, tuzluluk riski olan alanların yem bitkileri yetiştiriciliği ve hayvansal üretim bütünlüğü içerisinde düşünülerek değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR:

- Ağca, N., 1999. Topraklarda Çoraklaşma ve Sürdürülebilir Tarım. 26-28 Mayıs GAP I. Tarım Kongresi, 2, 915-922, Haz. Harran Ü. Ziraat Fakültesi.
- Allakhverdiev, S.I., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M. and Murata, N., 2000. Ionic and Osmotic Effects of NaCl-Induced Inactivation of Photosystems I and II in *Synechococcus* sp. *Plant Physiol.* 123, 1047-1056.
- Anonim, 1980. Toprak Kaynakları İl Envanter Raporları. Toprak Su Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim, 2000. Dryland Saline Seeps. Types and Causes. Alberta Agriculture Agdex 518-12. 4 pp.
- Ashraf, M., 1994. Breeding for Salinity Tolerance in Plants. *Crit. Rev. Plant Sci.* 13, 17-42.
- Ashraf, M. ve Shahbaz, M., 2003. Assessment of Genotypic Variation in Salt Tolerance of Early CIMMYT Hexaploid Wheat Germplasm Using Photosynthetic Capacity and Water Relations as Selection Criteria. *Photosynthetica* 41, 273-280.
- Ashraf, M., 2004. Some Important Physiological Selection Criteria for Salt Tolerance in Plants. *Flora*, 199: 361-376.
- Ashraf, M., and Haris, P.J.C., 2004. Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Science*, 166: 3-16.
- Balibrea, M.E., Dell'Amico, J., Bolarin, M.C. ve Perez-Alfocea, F., 2000. Carbon Partitioning and Sucrose Metabolism in Tomato Plants Growing Under Salinity. *Physiol. Plant.* 110, 503-511.
- Banuls, J. and Primo-Millo, E., 1992. Effects of Chloride and Sodium on Gas Exchange Parameters and Water Relations of Citrus Plants. *Physiol. Plant.*, 78: 238-246.
- Bressan, R.A., "Stres Fizyolojisi", Editörler: Taiz, L., Zeiger, E., 2008. Çeviri Editörü: Türkan İ., "Bitki Fizyolojisi", Palme Yayıncılık, 591-620.
- Demir, Y. and Kocaçaliskan İ., 2002. Effect of NaCl and Proline on Bean Seedlings Cultured invitro. *Biologia Plantarum*, 45 (4): 597-599.
- Dubey, R.S. (1994). Protein synthesis by plants under stressful conditions. pp.277-299. In: M. Pessarakli (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress, Macel Dekker Inc.
- Ergene, A., 1982. Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.



- Eryüce, N., Gürel, A. ve Hakerlerler, H. 1998. Farklı su stresi koşullarının bitkilerde besin alınımı üzerine etkileri. Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri. E.Ü. Ziraat Fak. Tarla Bitk. Böl. & EBİL-TEM, Seminer Notları, p:97-104.
- Fedina, I.S., Grigorova, I.D. ve Georgieva, K.M., 2003. Response of Barley Seedlings to UV-B Radiation as Affected by NaCl. *J. Plant Physiol.* 160, 205-208.
- Ghassemi F. A. J. Jakeman and H. A. Nix., 1995. Salinisation of land and water resources. Centre for Resource and Environmental Studies. The Australian National University. Canberra ACT 0200.
- Glenn, E.P., Brown, J.J., Khan, M.J., 1997. Mechanisms of Salt Tolerance in Higher Plants., Edited by Basra, A.S., and Basra, R.K., 1997. Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants", Harwood Academic Publishers, 83-110.
- Gulzar, S., Khan M.A. and Ungar, I.A., 2001. Effect of Salinity and Temperature on the Germination of *Urochongra setulosa* (Trin.) C.E. Hubbard. *Seed Sci. Technol.*, 29:21-29
- Gupta, A., 1993. Üçüncü Dünya Ülkelerinde Çevre ve Kalkınma. Çev. Alpagut, Ş., 1. Basım, İstanbul: Kabalıcı Yayınları.
- Gupta, N.K., Meena, S.K., Gupta, S. and Khandelwal, S.K., 2002. Gas Exchange, Membrane Permeability, and Ion Uptake in Two Species of Indian Jujube Differing in Salt Tolerance. *Photosynthetica* 40, 535-539.
- Güngör, Y. ve Erözel, Z., 1994. Drenaj ve Arazi Islahı. Ankara Üniv., Ziraat Fak. Yayınları No:1341, Ders Kitabı:389, Ankara, 232s.
- Gürel A., ve Avcıoğlu, R., 2007. Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi., 21. bölüm, Editörler: Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M., 2001. Bitki Biyoteknolojisi II, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, 308-313.
- Gürel A., and Avcıoğlu, R., 2011. Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi, 21. bölüm, Editörler: Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M., Bitki Biyoteknolojisi II, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, 308-313.
- Hasegawa, P.M., Bresson, R.A. and Handa, A.V., 1986. Cellular Mechanisms of Salinity Tolerance. *Hort.Sci.*, 21:1317-1324.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K. ve Bohnert, H.J., 2000. Plant Cellular and Molecular Responses to High Salinity. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 51, 463-499.
- Kanber, R., Kırdı, C. ve Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:21, Ders Kitapları Yayın No:6.

- Kanber, R., Çullu, M.A., Kendirli, B., Antepli, S. ve Yılmaz, N., 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, s.213-251, Ankara.
- Kao, W.Y., Tsai, T.T., Tsai, H.C. ve Shih, C.N., 2006. Response of Three *Glycine* Species to Salt Stress. *Environ. Exp. Bot.* 56, 120-125.
- Kara, T. ve Apan . M., 2000. Tuzlu Taban Suyunun Sulamalarda Kullanımı için Bir Hesaplama Yöntemi. *O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 15(3):62-67.
- Karakullukçu E., 2005. Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Tuz Toleranslarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi
- Kaya, M., Kaya, G., Kaya, M.D., Atak, M., Sağlam, S., Khawar, K.M. ve Çiftçi, C.Y., 2008. Interaction Between Seed Size And NaCl on Germination and Early Seedling Growth of Some Turkish Cultivars of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Zhejiang Univ. Sci. B* 9, 371-377.
- Koca, H., Bor, M., Özdemir, F., and Türkan, İ., 2007. The Effect of Salt Stress on Lipid Peroxidation, Antioxidative Enzymes and Proline Content of Sesame Cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 60: 344-351.
- Köşkeroğlu S., 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır [*Zea mays* L.] Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi
- Levitt, J., 1980. Responsens of Plant to Environmental Stresses. Vol.II, Water Radiation, Salt and Other Stresses, Academic Press, Inc., 2nd. Edition, 607.
- Maas, E. V. 1986. Salt Tolerance of Plants. *Applied Agricultural Research* 1 (1):12-26.
- Maas, E.V., Hoffman, G.J., 1977. Crop Salt Tolerance, Current Assessment. *J. Irrig. Drain. Div. ASCE* 103, 115-134.
- Mahajan, S., and Tuteja, N., 2005. Cold, Salinity and Drought Stress: An Overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.
- Malcolm. C.V., 1993. The Potential of Halophytes for Rehabilitation of Degraded Land in: Productive Use of Saline Land. [N. Davidson and R. Galloway. (Eds.)]. ACIAR Pro. 42: 8-11.
- Mano, Y., Nakazumi, H. ve Takeda, K., 1996. Varietal Variation in and Effects of Some Major Genes on Salt Tolerance at the Germination Stage in Barley. *Breeding Sci.* 46, 227-233.
- Mansour, M.M.F., 2000. Nitrogen Containing Compounds and Adaptation of Plants To Salinity Stress. *Biol. Plant.* 43, 491-500.
- Marcelis, L.F.M. ve VanHooijdonk, J., 1999. Effect of Salinity on Growth, Water Use and Nutrient Use in Radish [*Raphanus sativus* L.]. *Plant Soil* 215, 57-64.
- Marschner, H., 1986. Mineral Nutrition in Higher Plants. Academic Press, London, 477-542.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.
- Mengel, K. ve Kirkby, E.A., 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Edn. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 848.
- Mensah, J.K., Akomeah, P.A., Ikhajagbe, B. Ve Ekpekurede, E.O., 2006. Effect of Salinity on Germination, Growth and Yield of Five Groundnut Genotypes. *Afr. J. Biotechnol.* 20, 1973-1979.
- Mishra, S.K., Subralimanyam, D. ve Singhal, G.S., 1997. Interactionship Between Salt and Light Stress on The Primary Process of Photosynthesis. *J. Plant Physiol.* 138, 92-96.
- Munns, R., 2002. Comparative Physiology of Salt and Water Stress. *Plant Cell Environ.* 25, 239-250.
- Muranaka, S., Shimizu, K. ve Kato, M., 2002a. Ionic and Osmotic Effects of Salinity on Single-Leaf Photosynthesis in Two Wheat Cultivars with Different Drought Tolerance. *Photosynthetica* 40, 201-207.
- Muranaka, S., Shimizu, K. ve Kato, M., 2002b. A Salt-Tolerant Cultivar of Wheat Maintains Photosynthetic Activity By Suppressing Sodium Uptake. *Photosynthetica* 40, 509-515.
- Murphy, K.S.T. ve Durako, M.J., 2003. Physiological Effects of Shortterm Salinity Changes on *Ruppia maritime*. *Aquat. Bot.* 75, 293-309.
- Naseer, S.H., Nisar, A. ve Ashraf, M., 2001. Effect of Salt Stress on Germination and Seedling Growth of Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Pak. J. Biol. Sci.* 4, 359-360.
- Neto, A.D.A, Prisco, J.T., Enéas-Filho, J., Lacerda, C.F., Silva, J.V., Costa, P.H.A. ve Gomes-Filho, E., 2004. Effects of Salt Stress on Plant Rowth, Stomatal Response and Solute Accumulation of Different Maize Genotypes. *Braz. J. Plant Physiol.* 16, 31-38.
- Orcutt, D.M. and Nilsen, E.T., 1996. The Physiology of Plants Under Stress. Soil and Biotic Factors. pp: 177-237, John Wiley&Sons, inc. NY.
- Parida, A.K., and Das, A.B., 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: a Review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- Parvaiz, A., and Satyawati, S., 2008. Salt Stress and Phyto-biochemical Responses of Plants-a Review, *Plant Soil Environment*, 54 (3): 89-99.
- Passarakli, M., T.C. Tucker and K. Nakabayashi., 1991. Growth Response of Barley and Wheat to Salt Stress. *J. Plant Nutr.* 14: 331-340.
- Sayed, O.H., 2003. Chlorophyll Fluorescence as a Tool in Cereal Crop Research. *Photosynthetica* 41, 321-330.
- Speer, M. and Kaiser, W.M., 1991. Ion Relations of Symplastic and Apoplastic Space in Feaves from *Spinacia oleracea* L. And *Pisum sativum* L. Under Salinity. *Plant Physiol.*, 97: 990-997.
- Stoeva, N. and Kaymakanova, M., 2008. Effect of Salt Stress on The Growth and Photosynthesis Rate of Bean Plants (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Cent. Eur. Agr.* 9, 385-392.
- Sykes, S.R., 1987. Variation in Chloride Accumulation in Hybrids and Backcrosses of *Vitis Berlandieri* and *Vitis Vinifera* Under Glasshouse Conditions. *Am. J. Enol. Viticult.* 38, 313±320.
- Szabolcs, I., 1991. Desertification and Salinisation. I. A. V. Hassan II-ISESCO. *Plant Salinity Research.* 3-18.
- Tekeli, A.S. ve Ateş, E., 2011. Yem Bitkilerinin Sınıflandırılması. Yem bitkileri, Genel Bölüm- Cilt I, s:34-44. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları(Tagem), İzmir-2009.
- Temel, S ve Şimşek, U., 2011. İğdir Ovası Toprakların Çoraklaşma Süreci ve Çözüm Önerileri. *Alinteri* 21(B): 53-59.
- Tester, M. ve Davenport, R., 2003. Na Tolerance and Na Transport in Higher Plants. *Ann. Bot.* 91, 503-507.
- Türkan, İ., and Demiral, T., 2009. Recent Developments in Understanding Salinity Tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 67: 2-9.
- Üzen N., 2009. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Koşullarında Yetiştirilen Kimi Pamuk Çeşitlerinin Farklı Seviyelerdeki Tuz Stresine Gösterdikleri Tepkilerin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi
- Yıldız M. ve Terzi H., 2011. Türkiye'de Ekimi Yapılan Bazı Arpa Çeşitlerinde Erken Fide Evresi Tuz Toleransının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi- *Journal of Agricultural Sciences* 17,1-9.
- Yılmaz, K., Akıncı, İ.E. ve Akıncı, S., 2004. Effect of Salt Stress on Growth and Na, K Contents of Pepper (*Capsicum annum* L.) in Germination and Seedling Stages. *Pak.J. Biol. Sci.* 7, 606-610.
- Yurtseven, E. ve Bozkurt A., 1997. Sulama Suyu Kalitesi ve Toprak Nem Düzeyinin Marulda Verim ve Kaliteye Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 3(2) 44-51.
- Yurtseven, E., 1999. Sürdürülebilir Tarım ve Tuzluluk Etkileşimi. VII. Kültür Teknik Kongresi Bildirileri, 11-14 Kasım 1999, Kapadokya, 237-245.
- Zhu, J-K., 2005. Understanding and Improving Salt Tolerance in Plants. *Crop Science*, 45: 437-448.