

Farklı Fosfor Dozlarının Bazı Fiğ Türlerinde Kök, Gövde ve Nodül Gelişimine Etkisi Üzerine Bir Araştırma

Yaşar KARADAĞ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat - TÜRKİYE

Uğur BÜYÜKBURÇ

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 09.08.1999

Özet: Bu araştırma, Tokat-Kazova koşullarında değişik dozlarda (0, 4, 8, 12 kg P₂O₅/da) fosforla gübrelenen fiğ türlerinde (*Vicia villosa* Roth., *V. pannonica* Crantz. ve *V. sativa* L.) kök ve toprak üstü aksamı kuru ağırlıkları ile nodül gelişiminin saptanması amacıyla 1997 ve 1998 yıllarında iki yıl süreyle Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Taşlıçiftlik kıraç arazisinde yürütülmüştür. İki yıllık ortalamalara göre, en yüksek toprak üstü aksamı kuru ağırlığı, yan köklerde ve toplam nodül sayısı bakımından adi fiğ; kök kuru ağırlığı, ana kökte nodül sayısı ve nodül kuru ağırlıkları yönünden ise en yüksek değerler macar fiğinde tespit edilmiştir. Fosforla gübreleme bütün karakterler üzerine olumlu etki yapmıştır. Fiğ türlerinde kök, gövde ve nodül gelişimini artırmak için dekara 12 kg P₂O₅ uygulaması önerilebilir.

Anahtar Sözcükler: Fosfor, adi fiğ, macar fiği, tüylü fiğ, nodül.

Research on the Effects of Different Phosphorus Doses on Root, Nodule and Plant Growth in Some Vetch Species

Abstract: This research was conducted to determine the effects of different phosphorus doses (0, 4, 8 and 12 kg P₂O₅/da) on root, above-ground biomass and nodule development of vetch species (*Vicia villosa* Roth., *V. pannonica* Crantz. and *V. sativa* L.) in the experimental field of the Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University in the 1997-98 growing season. Common vetch had the highest above-ground biomass, number of nodules on the lateral roots and total nodule number, whereas Hungarian vetch had the highest root biomass, number of nodules on the main root and nodule dry weight. Phosphorus fertilization enhanced all the parameters investigated. It was concluded that a phosphorus dose of 12 kg/da could be recommended for optimal root, stem and nodule development in the vetch species studied.

Key Words: Phosphorus, common vetch, Hungarian vetch, hairy vetch, nodule.

Giriş

Tarımda ürün miktarını sınırlayan en önemli element azottur. Canlı hücrelerin protoplazmasını ve çekirdeğini oluşturan protein ve aminoasitler, azotlu bileşiklerdir. Yüksek bitkilerin nitrat (NO₃⁻) veya amonyum (NH₄⁺) iyonlarına olan ihtiyacı fazla olmasına karşılık, kültüre alınan toprakların büyük bir kısmı azotça fakirdir. Rhizobium bakterileri konukçu baklagil bitkisi ile ortak yaşama sistemi oluşturmak suretiyle toprağı azot bakımından zenginleştirmektedirler. Bakteri havadaki serbest azotu tespit ederek üzerinde yaşadığı bitkiye

vermekte, buna karşılık bitkiden karbonhidratlı maddeleri almaktadır. Yalnız bu yolla dünyanın yıllık azot kazancının 14 milyon tonun üzerinde olduğu tahmin edilmektedir (Tosun, 1974; Sepetoğlu, 1994). Baklagil bitkilerinin köklerinde oluşan nodoziteler şekil, büyüklük, renk ve miktar bakımından türler arasında büyük farklar gösterirler. Nodozitelerin morfolojik olarak gösterdikleri bu farklılıklar, bir dereceye kadar bitkilerin teşhisinde kullanılmaktadır (Tosun, 1974).

Baklagil bitkileri tarafından aktif olarak azot tesbit edilmesi bitkinin sağlıklı olarak gelişmesi ve bitki besin

maddelerinin elverişli miktarlarda temin edilmesi halinde mümkün olabilir. Nodül oluşumuna topraktaki makro besin elementleri (fosfor, azot, potasyum, kalsiyum) ve mikro besin elementleri (kükürt, demir, molibden, bor, kobalt) ile fiziksel ve iklimik faktörler (ışık, toprak pH'sı, sıcaklık, toprak nem içeriği, havalanma) etki eder (Azkan, 1989). Bunlar içerisinde toprakta bulunan makro besin elementlerinden fosforun, kök gelişimini artırarak nodüllerin daha erken, daha büyük ve fazla sayıda oluşmasına neden olduğu, dolayısıyla bitkilerde azot fiksasyonunu artırdığı yönünde bulgular elde edilmiştir (Song et al., 1984; Azkan, 1989; Sangakhara and Marombe, 1989; Nagre and Keshkar, 1993; Uzun ve Aydın, 1996).

Bu çalışmada, Tokat ekolojik koşullarında farklı dozlarda fosforla gübrelenen bazı fiğ türlerinde, kök ve toprak üstü aksamı kuru ağırlıkları ile ana ve yan köklerdeki nodül sayıları ve nodül kuru ağırlıkları incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu araştırma 1996-97 ve 1997-98 yıllarında iki yıl süreyle GOP. Üniversitesi Ziraat Fakültesi Taşıçiftlik Kampüsü deneme tarlalarında yapılmıştır. Tokat Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan toprak analiz sonuçlarına göre, deneme alanı topraklarının; killi-tın, tuzsuz (% 0.024), hafif alkali reaksiyonlu (pH: 7.77), elverişli fosfor bakımından fakir (1.14 kg P₂O₅/da), potasyum bakımında ise zengin (28.7 kg K₂O/da) olduğu saptanmıştır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre, araştırmanın yürütüldüğü yıllar ve uzun yıllar aylık sıcaklık ortalaması sırasıyla 9.9, 10.7 ve 10.2 °C, yıllık toplam yağış miktarı ise 316.8, 467.3 ve 387.2 mm olarak kaydedilmiştir.

Denemede üç farklı fiğ türüne ait üç farklı çeşit [adi fiğ (*Vicia sativa* L.)'in Kara Elçi, tüylü fiğ (*Vicia villosa* Roth.)'in Efes-79 ve macar fiğ (*Vicia pannonica* Crantz.)'in ithal fiğ çeşidi] kullanılmıştır.

Yöntem

Araştırma, Tesadüf Bloklarında Faktöriyel Deneme Desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede, birinci faktör üç farklı fiğ türüne ait çeşitler (Kara Elçi, Efes, 79, İthal fiğ), ikinci faktör ise dekara 0, 4, 8 ve 12 kg P₂O₅ olacak şekilde uygulanan fosforlu

gübreleri oluşturmuştur. Tohumlar 5 cm sıra üzeri ve 30 cm sıra aralığında 6 sıra ve 6 m uzunluğundaki parsellere ekilmiştir (Büyükburç ve ark., 1994). Ekim işlemleri 1.yıl 6 Kasım 1996, 2. yıl 9 Kasım 1997 tarihlerinde yapılmıştır.

Araştırma süresince, nodül gelişiminin en fazla olduğu çiçeklenme döneminde (Tan ve Serin, 1995) her parselden 5 bitki, bir bel yardımıyla 30 cm derinliğinde toprakla çıkarılmış ve bir kova içerisinde dikkatlice yıkanmıştır. Yıkanan bitkilerin ana ve yan köklerindeki nodüller elle ayrılarak teker teker sayılmış ve ortalamaları alınarak, bitki başına ana kökdeki, yan kökdeki ve toplam nodül sayıları saptanmıştır. Tespit edilen nodüller 70 °C'de 48 saat süreyle kurutulup bitki başına nodül kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Tan ve Serin, 1995). Diğer yandan nodülleri alınmış olan bitkiler kök boğazından kesilip vejetatif ve kök aksamları 70 °C'de 48 saat kurutulup kuru ağırlıkları tespit edilmiştir (Karadağ, 1999).

Bulgular ve Tartışma

Toprak Üstü Aksamı Kuru Ağırlıkları (g/bitki)

Farklı fosfor dozları ile gübrelenen bazı fiğ türlerinin toprak üstü aksamı kuru ağırlıklarına ait değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'den izlendiği gibi, toprak üstü aksamı kuru ağırlığı fiğ türlerine göre 1997 yılında istatistiki yönden önemli farklılık göstermezken, 1998 yılında istatistiki açıdan % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 1998 yılında en yüksek toprak üstü aksamı kuru ağırlığı 25.82 g ile adi fiğden sağlanırken, en düşük 19.60 g ile macar fiğinden elde edilmiştir. Ayrıca, fosfor dozlarının etkisi denemenin her iki yılında da istatistiki olarak çok önemli bulunmuştur. Denemenin birinci yılında en yüksek toprak üstü aksamı kuru ağırlığı 14.72 g ile 12 kg P₂O₅/da uygulanan bitkilerden, en düşük ise 7.59 g ile fosforun hiç uygulanmadığı bitkilerden elde edilirken, denemenin ikinci yılında 16.75 g ve 27.53 g arasında değişmiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara göre, bitki başına toprak üstü aksamı kuru ağırlığı fiğ türlerine göre istatistiksel olarak önemli farklılık göstermezken, fosfor dozlarının etkisi istatistiksel açıdan % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 1). Tablo incelendiğinde, türlerin ortalama toprak üstü aksamı kuru ağırlığı en fazla adi fiğden (17.74 g), en düşük macar fiğinden (14.32 g) elde edilmiştir. Diğer yandan en yüksek toprak üstü aksamı kuru ağırlığı 21.13

Tablo 1. Farklı Fosfor Dozları ile Gübrelenen Bazı Fiğ Türlerinde Toprak Üstü Aksamı Kuru Ağırlıkları (g/bitki)

1997 Yılı				
Fiğ Türleri				
Fosfor Dozları (kg P ₂ O ₅ /da)	<i>Vicia villosa</i> (Efes-79)	<i>Vicia pannonica</i> (İthal Fiğ)	<i>Vicia sativa</i> (Kara Elçi)	Ortalama
0	9,93	6,33	6,50	7,59 c ^x
4	11,62	7,10	9,53	9,42 bc
8	13,11	10,47	10,17	11,25 b
12	19,48	12,23	12,43	14,72 a
Ortalama	13,54	9,03	9,66	10,74
1998 Yılı				
0	16,02	14,06	20,17	16,75 d ^x
4	18,76	17,30	25,69	20,58 c
8	23,60	20,99	27,16	23,91 b
12	26,29	26,06	30,25	27,53 a
Ortalama	21,17 B ⁺	19,60 C	25,82 A	22,20
İki Yıllık Ortalama				
0	12,97	10,20	13,34	12,17 d ^x
4	15,19	12,20	17,61	15,00 c
8	18,35	15,73	18,67	17,58 b
12	22,89	19,15	21,34	21,13 a
Ortalama	17,35	14,32	17,74	16,47
F Değeri	Türler (T): 2.89, Fosfor (F): 73.43**, Yıl (Y): 81.05**, TxY: 1.35, TxY: 3.87, FxY: 3.64*, TxY: 0.98			

+ Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.05$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

x Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde önemlidir.

g ile fosforun 12 kg P₂O₅/da dozunda, en düşük ise 12.17 g ile fosforun uygulanmadığı bitkilerden tespit edilmiştir. Fosforlu gübreleme ile baklagillerin toprak üstü aksamında artış sağlandığı birçok araştırmacı (Hamdart et al., 1987; Tosun, 1989; Sairam et al., 1990; Soya, 1993; Çomaklı ve ark., 1996; Orak ve ark., 1997; Özyazıcı ve Manga, 1997; Serin ve Tan, 1997) tarafından da ortaya konmuştur. Çomaklı ve ark., (1996), Erzurum ekolojik koşullarında adi fiğ, tüylü fiğ ve macar fiği ile yaptıkları bir çalışmada toprak üstü aksamı kuru ağırlığını en yüksek 3.467 g ile macar fiğinden, en düşük ise 1.465 g ile tüylü fiğden elde etmişlerdir. Söz konusu araştırmacıların elde etmiş oldukları bu sonuçlar, bulgularımızdan daha düşük bulunmuştur. Bu durum sözkonusu araştırmacıların denemeyi yürütmüş oldukları toprak ve iklim koşullarının farklı olmasından ve denemede kullanılan çeşit farklılığından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Yıl x fosfor interaksyonunun önemli

çıkması, yılların verilen fosfor dozlarına karşı farklı tepki göstermesinden kaynaklanmaktadır. Nitekim, 1997 yılında 4 kg P₂O₅/da dozunun toprak üstü aksamı kuru ağırlığı istatistiksel açıdan 8 kg P₂O₅/da dozundan farklıysa, 1998 yılında 8 kg P₂O₅/da dozu arasında % 1 düzeyinde fark vardır (Tablo 1).

Kök Kuru Ağırlıkları (g/bitki)

Farklı fosfor dozları ile gübrelenen bazı fiğ türlerinde kök kuru ağırlıklarına ait değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Kök kuru ağırlığı yönünden fiğ türleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak ilk yıl önemsiz iken, ikinci yıl çok önemli olmuştur. Fosfor dozlarının etkisi ise denemenin her iki yılında da istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. 1997 yılında en yüksek kök kuru ağırlığı 0.36 g ile 12 kg P₂O₅/da uygulanan bitkilerden, en düşük ise 0.16 g ile hiç fosfor uygulanmayan bitkilerden elde edilirken, denemenin ikinci yılında 0.34 g (0 kg P₂O₅/da)

Tablo 2. Farklı Fosfor Dozları ile Gübrelenen Bazı Fiğ Türlerinde Kök Kuru Ağırlıkları (g/bitki).

1997 Yılı				
Fiğ Türleri				
Fosfor Dozları (kg P ₂ O ₅ /da)	<i>Vicia villosa</i> (Efes-79)	<i>Vicia pannonica</i> (İthal Fiğ)	<i>Vicia sativa</i> (Kara Elçi)	Ortalama
0	0,19	0,17	0,13	0,16 c ^{xx}
4	0,24	0,23	0,20	0,22 bc
8	0,34	0,30	0,25	0,30 ab
12	0,43	0,35	0,30	0,36 a
Ortalama	0,30	0,26	0,22	0,26
1998 Yılı				
0	0,29 f ^x	0,37 de	0,36 ef	0,34 c ^{xx}
4	0,34 ef	0,45 c	0,44 cd	0,41 b
8	0,41 cdf	0,54 b	0,46 bc	0,47 b
12	0,48 bc	0,72 a	0,54 b	0,58 a
Ortalama	0,38 C ⁺⁺	0,52 A	0,45 B	0,45
İki Yıllık Ortalama				
0	0,24	0,27	0,24	0,25 d ^{xx}
4	0,29	0,34	0,32	0,32 c
8	0,38	0,42	0,36	0,38 b
12	0,46	0,54	0,42	0,47 a
Ortalama	0,34 B ⁺	0,39 A	0,33 B	0,35
F Değeri	Türler (T): 6.70*, Fosfor (F): 55.00**, Yıl (Y): 180.31**, TxY: 1.15, TxY: 16.16**, FxY: 0.77, TxFxY: 1.33			

+ Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.05$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

x Benzer harf ile gösterilen Tür-Fosfor dozu kombinasyonu ortalamaları LSD testine göre $p \leq 0.05$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

xx Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde önemlidir.

ile 0.58 g (12 kg P₂O₅/da) arasında değişmiştir. Ayrıca, 1998 yılında en yüksek kök kuru ağırlığı 0.52 g ile macar fiğinde, en düşük ise 0.38 g ile tüylü fiğde saptanmıştır.

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, bitki başına kök kuru ağırlıkları fiğ türlerine göre istatistiksel anlamda % 5 düzeyinde önemli bulunurken, fosfor dozlarının etkisi istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tablo 2'nin incelenmesinden de görüleceği gibi, çeşitlerin ortalama kök kuru ağırlığı en fazla macar fiğinden (0.39 g) sağlanırken, en düşük adi fiğden (0.33 g) elde edilmiştir. Diğer yandan en yüksek kök kuru ağırlığı 0.47 g ile fosforun 12 kg P₂O₅/da dozundan, en düşük ise 0.25 g ile fosforun uygulanmadığı bitkilerden tespit edilmiştir. Bu konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda (Singh and Yadav, 1985; Azkan, 1989; Tosun, 1991; Uzun ve Aydın, 1996), fosforla gübrelenmenin baklagil türü bitkilerde kök ağırlığını artırdığı kaydedilmektedir. Araştırmadan elde

edilen kök kuru ağırlığı Çomaklı ve ark., (1996)'nın tespit ettikleri değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu duruma neden olarak denemelerin yürütüldüğü farklı ekolojik ve toprak koşulları ile denemede kullanılan çeşit farklılığı gösterilebilir. Ayrıca, denemede kök kuru ağırlığı değerleri bakımından tür x yıl interaksiyonu çok önemli bulunmuştur. 1997 yılında tüylü, macar ve adi fiğ türlerine göre kök kuru ağırlığı sırasıyla 0.30, 0.26 ve 0.22 g; 1998 yılında ise 0.38, 0.52 ve 0.45 g olmuştur. 1998 yılında bu değerlerin yüksek olması iklim koşullarından özellikle de, ilkbahardaki yağışların daha fazla olmasından kaynaklanmıştır.

Ana Kökteki Nodül Sayıları (adet/bitki)

Fosfor dozlarının incelenen fiğ türlerinde ana kökteki nodül sayısına etkisi ile ilgili ortalama değerler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Farklı Fosfor Dozları ile Gübrelenen Bazı Fiğ Türlerinde Ana Kökteki Nodül Sayıları (adet/bitki)

1997 Yılı				
Fiğ Türleri				
Fosfor Dozları (kg P ₂ O ₅ /da)	<i>Vicia villosa</i> (Efes-79)	<i>Vicia pannonica</i> (İthal Fiğ)	<i>Vicia sativa</i> (Kara Elçi)	Ortalama
0	6,81	8,40	4,47	6,56 c ^{xx}
4	7,29	9,13	4,82	7,08 bc
8	8,02	9,64	5,10	7,59 ab
12	8,54	10,04	6,01	8,19 a
Ortalama	7,66 B ⁺	9,31 A	5,10 C	7,36
1998 Yılı				
0	4,22 g ^x	9,22 d	4,03 g	5,82 d ^{xx}
4	5,38 f	9,87 c	5,17 f	6,81 c
8	6,02 e	10,54b	6,01 e	7,52 b
12	6,20 e	13,84 a	6,14 e	8,72 a
Ortalama	5,45 B ⁺	10,87 A	5,34 B	7,22
İki Yıllık Ortalama				
0	5,51gh ^x	8,81 d	4,25 ı	6,19d ^{xx}
4	6,34 f	9,50 c	4,99 h	6,94 c
8	7,02 e	10,09 b	5,55 gh	7,55 b
12	7,37 e	11,94 a	6,07 fg	8,46 a
Ortalama	6,56 B ⁺	10,09 A	5,22 C	7,29
F Değeri	Türler (T): 590.17**, Fosfor (F): 119.84**, Yıl (Y): 1.33, TxF: 6.84**, TxY: 85.49**, FxY: 8.99**, TxFxy: 9.78**			

+ Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

x Benzer harf ile gösterilen Tür-Fosfor dozu kombinasyonu ortalamaları LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

xx Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde önemlidir.

Tablo 3'de izlendiği gibi, araştırmanın her iki yılında da ana kökteki nodül sayısı gerek fiğ türleri ve gerekse fosfor dozlarına bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir. Denemenin ilk yılında, en yüksek ana kökteki nodül sayısı 9.31 adet ile macar fiğinden, en düşük ise 5.10 adet ile adi fiğden elde edilirken, ikinci yılda en düşük 5.34 adet ile adi fiğ, en yüksek ise 10.87 adet ile macar fiğinden elde edilmiştir. Diğer yandan, birinci yılda ana kökteki nodül sayısı en yüksek 8.19 adet ile 12 kg P₂O₅/da dozundan, en düşük ise 6.56 adet ile fosfor uygulanmayan bitkilerden elde edilirken, denemenin ikinci yılında 5.82 adet (0 kg P₂O₅/da) ile 8.72 adet (12 kg P₂O₅/da) arasında değişmiştir.

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, fiğ türleri arasındaki ana kökteki nodül sayıları açısından farklılık istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tablo 3 incelendiğinde, ana kökteki nodül sayıları ortalamaları en yüksek 10.09 adet ile macar fiğinde, en düşük ise 5.22

adet ile adi fiğde saptanmıştır. Çomaklı ve ark., (1996), Erzurum ekolojik koşullarında adi fiğ, tüylü fiğ ve macar fiği ile yaptıkları bir çalışmada, ana kökte nodül sayısını en yüksek 10.3 adet ile macar fiğinde, en düşük ise 3.9 adet ile adi fiğde elde etmişlerdir. Burada, nodül sayısının çevre faktörleri yanında genotipe bağlı olarak da değiştiği görülmektedir. Bu durum birçok araştırmacı tarafından da vurgulanmıştır (Tosun, 1974; Gunawardena et al., 1992). Fosfor dozlarının bitki başına ana kökte nodül sayılarına etkisi istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur. En yüksek ana kökte nodül sayısı (8.46 adet), fosforun 12 kg P₂O₅/da'lık dozundan elde edilirken, en düşük (6.19 adet) fosforun hiç uygulanmadığı bitkilerden elde edilmiştir. Çomaklı ve ark., (1996), adi fiğ, tüylü fiğ ve macar fiğ ile yapmış oldukları bir çalışmada, fosforlu gübreleme ile bitki başına nodül sayısının 5.8'den 9.9'a yükseldiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, bu konuyla ilgili olarak birçok araştırmacı da

(Chaundhary et al., 1974; Azkan, 1989; Sangakhara and Marombe, 1989; Jat and Mali, 1992; Uzun ve Aydın, 1996) benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Ana kökte nodül sayısı bakımından tür x fosfor, tür x yıl, fosfor x yıl ve tür x fosfor x yıl interaksiyonlarının istatistiksel olarak çok önemli olduğu tespit edilmiştir. Yıllar ile fosfor arasındaki interaksiyonun çok önemli çıkması (Tablo 3), fosforun ana kökteki nodül sayısını artırıcı yöndeki çok önemli etkisinin her iki yılda da aynı şekilde ortaya çıkmadığını göstermektedir. Nitekim, 1997 yılında 4 kg P₂O₅/da dozunun ana kökteki nodül sayısı istatistiksel açıdan 8 kg P₂O₅/da dozunun ana kökteki nodül sayısından farklıysa, 1998 yılında 8 kg P₂O₅/da dozunun ana kökteki nodül sayısı arasında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde fark vardır. Benzer şekilde 1998 yılında tüylü fiğin ana kökteki nodül sayısı istatistiksel olarak adi fiğin ana kökteki nodül sayısından farklıysa, 1997 yılında adi fiğin ana kökteki nodül sayısı arasında istatistiksel açıdan

% 1 düzeyinde farkın olması tür x yıl interaksiyonunun çok önemli çıkmasına neden olmuştur.

Yan Köklerdeki Nodül Sayıları (adet/bitki)

Farklı fosfor dozları ile gübrelenen bazı fiğ türlerinde yan köklerdeki nodül sayılarına ait değerler Tablo 4'de verilmiştir.

Denemenin her iki yılında da yan köklerdeki nodül sayıları hem fiğ türlerine göre, hem de fosfor dozlarına bağlı olarak çok önemli derecede farklılık göstermiştir. 1997 yılında, en yüksek nodül sayısı 26.09 adet ile adi fiğ en düşük, 18.56 adet ile macar fiğinden sağlanırken, 1998 yılında en yüksek 44.31 adet ile adi fiğ, en düşük ise 16.86 adet ile tüylü fiğden sağlanmıştır. Ayrıca, denemenin ilk yılında en yüksek nodül sayısı 25.43 adet ile 12 kg P₂O₅/da uygulanan bitkilerden, en düşük ise 19.16 adet ile fosfor uygulanmayan parsellerden elde edilirken, denemenin ikinci yılında 23.04 adet (0 kg

Tablo 4. Farklı Fosfor Dozları ile Gübrelenen Bazı Fiğ Türlerinde Yan Köklerdeki Nodül Sayıları (adet/bitki)

1997 Yılı				
Fiğ Türleri				
Fosfor Dozları (kg P ₂ O ₅ /da)	<i>Vicia villosa</i> (Efes-79)	<i>Vicia pannonica</i> (Ithal Fiğ)	<i>Vicia sativa</i> (Kara Elçi)	Ortalama
0	18,36	15,54	23,59	19,16 d ^{xx}
4	20,13	17,65	24,93	20,90 c
8	23,34	19,43	26,87	23,21 b
12	25,70	21,62	28,98	25,43 a
Ortalama	21,88 B ⁺	18,56 C	26,09 A	22,18
1998 Yılı				
0	12,15	17,17	39,82	23,04 d ^{xx}
4	15,12	20,47	42,13	25,91 c
8	19,12	22,32	45,35	28,93 b
12	21,07	25,03	49,95	32,02 a
Ortalama	16,86 C ⁺	21,25 B	44,31 A	27,47
İki Yıllık Ortalama				
0	15,26 j ^x	16,35 ı	31,70 d	21,10 d ^{xx}
4	17,62 h	19,06 g	33,53 c	23,41 c
8	21,23 f	20,87 f	36,11 b	26,07 b
12	23,38 e	23,33 e	39,47 a	28,73 a
Ortalama	19,37 B ⁺	19,90 B	35,20 A	24,82
F Değeri	Türler (T): 401.28**, Fosfor (F): 534.91**, Yıl (Y): 364.60**, TxF: 4.59**, TxY: 607.38**, FxY: 16.08**, TxFxy: 3.25*			

+Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre p ≤ 0.01 hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

xBenzer harf ile gösterilen Tür-Fosfor dozu kombinasyonu ortalamaları LSD testine göre p ≤ 0.01 hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

xxAynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre p ≤ 0.01 hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

*p ≤ 0.05 , ** p ≤ 0.01 hata sınırları içerisinde önemlidir.

P_2O_5 /da) ile 32.02 adet (12 kg P_2O_5 /da) arasında değiştiği görülmüştür.

İki yıllık ortalama sonuçlara göre, yan köklerdeki nodül sayıları fiğ türlerine göre istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli farklılık göstermiştir. Tablo 4 incelendiğinde, yan köklerdeki ortalama nodül sayısı en yüksek 35.20 adet ile adi fiğde, en düşük ise 19.37 adet ile tüylü fiğde saptanmıştır. Nitekim Çomaklı ve ark., (1996), Erzurum ekolojik koşullarında adi fiğ, tüylü fiğ ve macar fiği ile yaptıkları bir çalışmada, yan köklerdeki nodül sayısını en fazla 41.4 adet ile adi fiğ, en az ise 14.4 adet ile tüylü fiğ türünde saptamışlardır. Bu değerler, araştırmadan elde ettiğimiz adi fiğe ait değerlerden yüksek, tüylü fiğe ait değerlerden ise daha düşük bulunmuştur. Bu farklılık, denemelerde kullanılan çeşit, denemelerin yürütüldüğü ekolojik ve toprak koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Fosfor dozlarının bitki başına yan köklerdeki nodül sayılarına etkisi çok önemli

olmuştur. Fosforlu gübreleme ile yan köklerdeki nodül sayıları artmıştır. Bu durumda en yüksek nodül sayısı (28.73 adet), fosforun 12 kg P_2O_5 /da'lık dozundan elde edilirken, en düşük (21.10 adet) fosforun uygulanmadığı bitkilerden elde edilmiştir (Tablo 4). Bu sonuçlara benzer şekilde fosforla gübrelemenin baklagil türü bitkilerde nodül sayısını artırdığı birçok araştırmacı (Chaundhary et al., 1974; Azkan, 1989; Sangakhara and Marombe, 1989; Jat and Mali, 1992; Uzun ve Aydın, 1996) tarafından da kaydedilmiştir. Denemede, yan köklerdeki nodül sayıları açısından tür x fosfor, tür x yıl, fosfor x yıl ve tür x fosfor x yıl interaksiyonları çok önemli bulunmuştur. Fiğ türlerinin verilen fosfor dozlarına karşı farklı tepki göstermeleri tür x fosfor arasında bir interaksiyonun ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Toplam Nodül Sayıları (adet/bitki)

Farklı fosfor dozları ile gübrelenen bazı fiğ türlerinin toplam nodül sayılarına ait değerler Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Farklı Fosfor Dozları ile Gübrelenen Bazı Fiğ Türlerinde Toplam Nodül Sayıları (adet/bitki)

1997 Yılı				
Fiğ Türleri				
Fosfor Dozları (kg P_2O_5 /da)	<i>Vicia villosa</i> (Efes-79)	<i>Vicia pannonica</i> (Ithal Fiğ)	<i>Vicia sativa</i> (Kara Elçi)	Ortalama
0	25,17	23,95	28,06	25,72 d ^{xxx}
4	27,42	26,79	29,76	27,99 c
8	31,37	29,07	31,97	30,80 b
12	34,24	31,66	34,99	33,63 a
Ortalama	29,55 AB ⁺	27,86 B	31,19 A	29,53
1998 Yılı				
0	16,32 i ^{xx}	26,34 ı	43,80 d	28,82 d ^{xxx}
4	20,45 k	30,28 g	47,25 c	32,66 c
8	25,08 j	32,81 f	51,31 b	36,40 b
12	27,22 h	38,82 e	56,04 a	40,69 a
Ortalama	22,27 C ⁺⁺	32,06 B	49,06 A	34,64
İki Yıllık Ortalama				
0	20,74 i ^x	25,14 g ^x	35,93 d ^x	27,27 d ^{xxx}
4	23,93 h	28,53 f	38,50 c	30,32 c
8	28,23 f	30,94 e	41,64 b	33,60 b
12	30,73 e	35,24 d	45,51 a	37,16 a
Ortalama	25,91 C ⁺⁺	29,96 B	40,40 A	32,09
F Değeri	Türler (T): 894.26*, Fosfor (F): 569.67**, Yıl (Y): 313.14, TxF: 2.68*, TxY: 662.52**, FxY: 21.78**, TxY: 3.17*			

+ Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.05$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

x Benzer harf ile gösterilen Tür-Fosfor dozu kombinasyonu ortalamaları LSD testine göre $p \leq 0.05$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

xx Benzer harf ile gösterilen Tür-Fosfor dozu kombinasyonu ortalamaları LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

xxx Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde önemlidir.

Tablo 5 incelendiğinde, toplam nodül sayıları açısından fiğ türleri arasındaki farklılık ilk yıl istatistiksel olarak % 5 düzeyinde, ikinci yıl ise % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. 1997 yılında en yüksek toplam nodül sayısı 31.19 adet ile adi fiğ , en düşük ise 27.86 adet ile macar fiğinden elde edilirken, 1998 yılında en düşük 22.27 adet ile tüylü fiğde, en yüksek ise 49.06 adet ile adi fiğde saptanmıştır. Diğer yandan, denemenin birinci yılında en yüksek toplam nodül sayısı 33.63 adet ile 12 kg P₂O₅/da uygulanan bitkilerden, en düşük ise 25.72 adet ile fosforun uygulanmadığı bitkilerden elde edilirken, ikinci yılda 28.82 adet (0 kg P₂O₅/da) ile 40.69 adet (12 kg P₂O₅/da) arasında değişmiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara göre, ana ve yan köklerdeki nodül sayılarının toplamı hem türlere hem de fosfor dozlarına göre farklılık göstermiştir. Tablo 5 incelendiğinde toplam nodül sayısı bakımından adi fiğ 40.40 adet ile ilk sırayı alırken, tüylü fiğ 25.91 adet ile en az nodül sayısına sahip olmuştur. Toplam nodül sayısı fosfor dozlarına bağlı olarak artmıştır. Bu durumda en yüksek nodül sayısı (37.16 adet), fosforun 12 kg P₂O₅/da'lık dozundan elde edilmiştir. Çomaklı ve ark., (1996), Erzurum ekolojik koşullarında adi fiğ, tüylü fiğ ve macar fiğinde dekara 0, 4, 8 ve 12 kg P₂O₅ olacak şekilde farklı fosfor dozları uygulaması ile toplam nodül sayısının arttığını vurgulamışlardır. Aynı çalışmada toplam nodül sayısını, en fazla 45.21 adet ile adi fiğ, en az ise 18.51 adet ile tüylü fiğ türünde saptamışlardır. Araştırmadan elde edilen değerler Çomaklı ve ark., (1996)'nın her üç fiğ türünden de elde etmiş oldukları değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık, denemelerde kullanılan çeşit, denemelerin yürütüldüğü ekolojik ve toprak koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Toplam nodül sayıları açısından tür x fosfor, tür x yıl, fosfor x yıl ve tür x fosfor x yıl interaksiyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Türlerin yıllara göre farklı tepki göstermesi tür x yıl arasındaki interaksiyonun çok önemli çıkmasına neden olmuştur (Tablo 5). Nitekim, 1997 yılında tüylü fiğ'in toplam nodül sayısı istatistiksel açıdan adi fiğ'in toplam nodül sayısından farksızken, 1998 yılında adi fiğ'in toplam nodül sayısı arasında istatistiksel olarak % 1 düzeyinde çok önemli bir fark vardır. Diğer yandan, denemede incelenen fiğ türleri yıllara göre farklı tepki vermiştir. 1997 yılında tüylü, macar ve adi fiğ türlerine göre toplam nodül sayıları sırasıyla 29.55, 27.86 ve 31.19 adet; 1998 yılında ise 22.27, 32.06 ve 49.06 adet olmuştur. Yıllar arasında görülen bu farklılıklar vejetasyon süresi boyunca düşen yağışlardan, özellikle de denemenin

ikinci yılında çiçeklenmenin ve dolayısıyla nodül gelişiminin en fazla olduğu, ilkbahar aylarında düşen yağışların daha fazla olmasından, dolayısıyla verilen fosforun çözünerek bitkiler açısından daha yararlı hale gelmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Nodül Kuru Ağırlıkları (mg/bitki)

Farklı fosfor dozları ile gübrelenen bazı fiğ türlerinin nodül kuru ağırlıklarına ait değerler Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'nın incelenmesinden de görüleceği gibi, nodül kuru ağırlıkları gerek fiğ türlerine göre ve gerekse fosfor dozlarına bağlı olarak, denemenin her iki yılında da istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli farklılıklar göstermiştir. Denemenin ilk yılında, en yüksek nodül kuru ağırlığı 21.78 mg ile macar fiğinde, en düşük ise 8.32 mg ile tüylü fiğden elde edilirken, ikinci yılda en yüksek 19.86 mg ile macar fiği, en düşük ise 8.94 mg ile adi fiğden elde edilmiştir. Fosfor dozlarının etkisi incelendiğinde, birinci yılda en yüksek nodül kuru ağırlığı 16.89 mg ile 12 kg P₂O₅/da dozundan, en düşük ise 11.01 mg ile fosforun uygulanmadığı bitkilerden elde edilirken, denemenin ikinci yılında 10.73 mg (0 kg P₂O₅/da) ile 17.28 mg (12 kg P₂O₅/da) arasında değişmiştir. İki yıllık ortalama sonuçlara göre, nodül kuru ağırlıkları hem türlere hem de fosfor dozlarına göre istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli farklılıklar göstermiştir. Nodül kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer (20.82 mg) macar fiğinden, en düşük ise (10.16 mg) adi fiğden elde edilmiştir. Nodül sayısında olduğu gibi nodül ağırlığının da türlere göre değişeceği (Azkan, 1989; Sangakhara and Marombe, 1989) kaydedilmiştir. Ayrıca fosforlu gübreleme ile nodül kuru ağırlığı artmıştır. Bu durumda en yüksek nodül kuru ağırlığı (17.08 mg), fosforun 12 kg P₂O₅/da'lık uygulamasında saptanırken, en düşük (10.87 mg) fosforun uygulanmadığı bitkilerden elde edilmiştir. Çomaklı ve ark., (1996), adi, tüylü ve macar fiğde dekara 0, 4, 8 ve 12 kg P₂O₅ olacak şekilde farklı fosfor dozları uygulaması ile nodül kuru ağırlığının arttığını vurgulamışlardır. Fosforlu gübreleme ile baklagil bitkilerinin nodül kuru ağırlığında artış sağlandığı birçok araştırmacı (Azkan, 1989; Sangakhara and Marombe, 1989; Sairam et al., 1990; Gunawardena et al., 1992) tarafından da ortaya konmuştur. Araştırmada, nodül kuru ağırlığı değerleri bakımından tür x fosfor, tür x yıl, fosfor x yıl ve tür x fosfor x yıl interaksiyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tür x fosfor interaksiyonu adi fiğ, tüylü fiğ ve macar fiği türlerinin verilen fosfor dozlarına karşı farklı tepki göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 6. Farklı Fosfor Dozları ile Gübrelenen Bazı Fiğ Türlerinde Nodül Kuru Ağırlıkları (mg/bitki)

1997 Yılı				
Fiğ Türleri				
Fosfor Dozları (kg P ₂ O ₅ /da)	<i>Vicia villosa</i> (Efes-79)	<i>Vicia pannonica</i> (İthal Fiğ)	<i>Vicia sativa</i> (Kara Elçi)	Ortalama
0	6,66 j ^x	18,69 c	7,8 ı	11,01 d ^{xx}
4	7,60 ı	21,71 b	9,77 g	13,02 c
8	8,53 h	21,94 b	12,67 e	14,38 b
12	10,48 f	24,78 a	15,42 d	16,89 a
Ortalama	8,32 C ⁺	21,78 A	11,38 B	13,83
1998 Yılı				
0	10,28 h ^x	16,98 d	4,92 j	10,73 d ^{xx}
4	11,97 g	18,47 c	6,92 ı	12,45 c
8	13,44 f	20,65 b	10,82 h	14,97 b
12	15,38 e	23,33 a	13,11 f	17,28 a
Ortalama	12,77 B ⁺	19,86 A	8,94 C	13,86
İki Yıllık Ortalama				
0	8,47 j ^x	17,84 d	6,30 k	10,87 d ^{xx}
4	9,78 ı	20,09 c	8,34 j	12,74 c
8	10,99 h	21,30 b	11,74 g	14,68 b
12	12,93 f	24,06 a	14,26 e	17,08 a
Ortalama	10,54 B ⁺	20,82 A	10,16 B	13,84
F Değeri	Türler (T): 2407.89**, Fosfor (F): 1057.15**, Yıl (Y): 0.04, TxF: 38.85**, TxY: 242.64**, FxY: 11.19**, TxFxy: 3.00*			

+Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

xBenzer harf ile gösterilen Tür-Fosfor dozu kombinasyonu ortalamaları LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

xxAynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar LSD testine göre $p \leq 0.01$ hata sınırları içinde birbirinden farklıdır.

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$ hata sınırları içerisinde önemli.

Bu araştırma sonuçlarına göre, bitkilerin kök ve toprak üstü aksamı ağırlıkları ile nodül gelişimi bakımından fiğ türleri arasında önemli farklılıklar görülmüştür. İki yıllık ortalamaya göre, toprak üstü aksamı kuru ağırlıkları, yan köklerde ve toplam nodül sayısı bakımından adi fiğ; kök kuru ağırlığı, ana kökte nodül sayısı ve nodül kuru ağırlıkları yönünden ise en

yüksek değerler macar fiğinde tespit edilmiştir. Fosforlu gübreleme bütün fiğ türlerinde hem nodül hem de kök ve toprak üstü aksamı gelişimini olumlu yönde etkilemiştir. Fiğ türlerinde kök, gövde ve nodül gelişimini artırmak için benzer özelliklere sahip topraklarda dekara 12 kg P₂O₅ uygulanması tavsiye edilebilir.

Kaynaklar

- Azkan, N., Yemeklik Tane Baklagiller. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Ders Notları. No: 40, Bursa, 1989.
- Büyükburç, U., İptaş, S., Yılmaz, M., Tokat ve Yöresinde Bazı Tek Yıllık Baklagil Yembitkilerinin Yazlık Adaptasyonuna Yönelik Bir Araştırma. Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Dergisi. 11 (1), 1994.
- Chandhary, S.L., Ram, S., Giri, G., Effect of Inoculum Nitrogen and Phosphorus on Root Nodulation and Yield of Lentil Variety. Journal of Agron. 19 (4): 274-276, 1974.

- Çomaklı, B., Kantar, F., Taş, N., Elkoca, E., Fosforla Gübrelenen Bazı Fiğ Türlerinde Kök, Gövde ve Nodül Gelişimi İle Bu Karakterler Arasındaki İlişkiler. Türkiye 3. Çayır-Mer'a ve Yembitkileri Kong., 17-19 Haziran, 648-655, Erzurum, 1996.
- Gunawardena, S.F.B.N., Donso, S.K.A., Zapata, F., Phosphorus Requirements and Nitrogen Accumulation by Three Mungbeans (*Vigna radiata* (L.) Welzek) Cultivars Plant and Soil 147 (2): 267-274, 1992.

- Hamdard, M.S., Muhammed, Y., Khan, D.M., The Effect of NPK Fertilizers on The Chemical Composition and Nutritional Value of Berseem. Herb. Abstr. 57 (10): 2443, 1987.
- Jat, M.R., Mali, A.L., Effect of Phosphorus and Seeding Rate on Physiological Parameters and Yield of Chickpea, Indian J. Agron. 37 (1): 189-190, 1992.
- Karadağ, Y., Bazı Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Hatlarının Sitolojik, Morfolojik ve Tarımsal Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi), Gaziosmanpaşa Üni. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bit. Anabilim Dalı, Tokat, 1999.
- Nagre, P.K., Keshkar, P.B., Effect of Irrigation and Phosphorus Levels on Nodulation of Berseem. Herbage Abstr. 63 (10): 3096, 1993.
- Orak, A., Tuna, C., Nizam, İ., Farklı Gübre Dozlarının Macar Fiğinin (*Vicia pannonica* Crantz.) Verim ve Verim Komponentlerine Etkisi. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-23 Eylül, 426-430, 1997.
- Özyazıcı, M.A., Manga, İ., Bafra Ovası Sulu Koşullarında Farklı Sıra Aralığı ve Fosforlu Gübrelemenin Çayır Üçgülü (*Trifolium pratense* L.)'nin Bazı Tarımsal Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Aratırma. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül, 406-410, Samsun, 1997.
- Sairam, R.K., Tomar, P.S., Harika, A.S., and Ganguly, T.K., Effect of Phosphorus Levels and Inoculation With Rhizobium on Nodulation, Leghemoglobin Content and Nitrogen Uptake in Fodder Cowpea. Herbage Abstr. 60 (12): 167-180, 1990.
- Sangakhara, U.R., Marombe, M., Effect of Method of Inoculation and Nitrogen Fertilizer on Nodulation and Yield of Select Tropical Legumes. Journal of Agronomy and Crop Science. 162 (5): 305-309, 1989.
- Sepetoğlu, H., Yemeklik Dane Baklagiller. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 24, İzmir, 1994.
- Serin, Y., Tan, M., Tohum Miktarı, Sıra Aralığı ve Fosforlu Gübre Uygulamalarının Korungada Ot ve Ham Protein Verimi İle Otun Ham Protein Oranına Etkileri. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül, 416-420, Samsun, 1997.
- Singh, R.S., Yadav, S.C., Response of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties to Phosphorus Levels and Seeding Rates. Indian J. of Agron. 30 (4): 414-416, 1985.
- Song, M.Z., Zhang, H., Lu, S.W., Investigation and Nitrogen Fixation Activity of Biennial Sweet Clover (*Melilotus albus* Desr.) in Jilin Province. Herbage Abstr. 54 (1): 283, 1984.
- Soya, H., Kimi Yembezelyesi (*Pisum arvense* L.) Çeşitlerinde Fosfor Gübrelemesinin Ot ve Kök Verimine Etkisi. Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi. 30 (1-2), Bornova İzmir, 1993.
- Tan, M., Serin, Y., Rhizobium Aşılması ve Değişik Dozlarda Azotla Gübrelemenin Adi Fiğ (*Vicia sativa* L.)'de Ot, Tohum, Sap ve Ham Protein Verimi ile Otun Ham Protein Oranına ve Nodül Sayısına Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Tr. Journal of Agriculture and Forestry. 19, 137-144, 1995.
- Tosun, F., Baklagil ve Buğdaygil Yembitkileri Kültürü. Atatürk Üniv. Yay. No: 242, Zir.Fak. Yay. No: 123, Ders Kitapları Serisi No: 8, 52-64, Erzurum, 1974.
- Tosun, M., Değişik Fosfor Dozları ve Biçim Uygulamalarının Korunga (*Onobrychis viciaefolia* Scop.)'da Tohum Verimi ve Bazı Karakterlere Etkileri. Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 26 (2), 1989, İzmir, 1989.
- Tosun, M., Bazı Adi Fiğ ve Yem Bezelyesi Çeşitlerinde Değişik Fosfor Dozlarının Dane Verimi ve Verim Karakterlerine Etkisi. Ege Üniv. Zir. Fak. Tarla Bitkileri Böl. (Yayımlanmamış), İzmir, 1991.
- Uzun, F., Aydın, İ., Asit Karakterli Topraklarda Kireçleme ve Gübrelemenin Macar Fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz.) Kök, Gövde ve Nodül Gelişmesine Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniv. Zir. Fak. Dergisi (Basımda), 1996.