

# FOSFATIN TARIM İÇİN ÖNEMİ

Akgün AYOENİZ \*

## A. GENEL BİLGİLER

1 — Tarımın İnsanlık ve Ülkemiz için Önemi :

Tarım; insanları» beslenmesi için gerekli bitkisel ve hayvansal besinlerin, donanımı için gerekli ham maddelerin, barınması için gerekli kerestenin, ısınması için gerekli yakıtın en iyi bir şekilde üretim ve temin yollarını gösteren bir bilim olarak yaşantıma ve mutluluğumuzla doğrudan ilgili bulunmaktadır.

Bitkilerde bulunan plastidler, renk maddeleri, ya da kromatofor denen : kloroplast, kromoplast, lövkoplast yardımı ile güneş enerjisinin tesbit edilmesi günümüzde mevcut enerjilerin büyük kısmına da kaynak olmaktadır. Gerçekten, bunun sonucu olarak havanın CQ/nin indirgenmesi ile elde olunan organik maddenin büyük kısmını oluşturan karbon (C) hayvansal yakıt (Tezek) bitkisel yakıt(Odun, odun kömürü) ve mineral yakıt (Kömür, linyit, petrol..) esasını teşkil etmekte; bitki bünyesinde ışın enerjisinin kimyasal enerji haline çevrilmesiyle oluşan organik madde ya doğrudan odun olarak yakılmakta, ya hayvana yedirilerek posası tezek yapımında kullanılmakta, ya da toprak altında kalarak metamorfize olmak suretiyle kömür ve petrol yataklarını oluşturmaktadır.

Ülkemizde tarım kesimindeki üretim düşüklüğü sonucu, mevcut nüfus kâfi derecede beslenmemekte, ihracat : değil gelişmiş ülkeler, Libya, İran, Irak, Mısır, İsrail ve Yunanistan'dan da düşük bulunmakta (1); üstelik her yıl nüfusumuza katılan 1 milyon kişinin doyurulması ve bu kesimden yararlanarak kalkınmamızın sağlanması gerekmektedir.

\* Doç. Dr. A. Ü. Ziraat Fakültesi öğretim Üyesi.

D.i.E. kayıtlarına göre % 75, FAO kayıtlarına göre % 85 i tarımsal bünyeli olan ihracatımız, ithalatımızı karşılayamamakta ve ithalatımızın yarısı sanayi ham maddesini ya da montaj asılı endüstrimizin yedek parça ihtiyacını karşılamakta kullanılmaktadır (2).

Ülkemizde ekili alan sınırları zorlanmış bulunmaktadır. Verim ise: şiddetli erozyon, teksel tarım, binlerce yıldır sömürülme ve toprağa hiç bir şey katmama sonucu şiddetle düşmüştür. Bugün Batı Avrupa ülkeleri, dönümden 400 kg civarında veya daha fazla buğday ürünü alırken, biz halâ 100 kg civarında ürünle yetinmekteyiz (3). Bu durumda, tarımsal üretimimizi artırmada çıkış yolu verimi artıracak tedbirlerin alınması olmaktadır.

Bütün canlıların yaşamasında ana besin maddesi olan bitki, (İnsanlar hayvan ve bitkileri yiyerek, et yiyen hayvanları da ot yiyen hayvanları yiyerek dolaylı yoldan bitkiye muhtaçdırlar). topraktan kökleriyle sömürdüğü bazı bitkibesin maddelerini (N-P-K-Ca-Mg-Fe\* S-Mn-Zn-B-Cl-Cu) yine topraktan aldığı suda ki (H-O)ve havadan aldığı (C-O) ile güneş ışığı enerjisinden yararlanarak birleştirmek suretiyle inorganik maddelerden çok kompleks organik maddeleri oluşturan bir biyolojik laboratuvardır.

Görüldüğü gibi : bitkinin gelişmesi için, sudan havadan ve topraktan alınan ve varlığı kaçınılmaz olan element adedi sınırlı olarak 16 dan ibarettir. C-H-O-N-P-K-Ca-Mg-S-Fe Mn-Mo-Zn-B-Cl-Cu'dan ibaret bu maddelerden herhangi birinin bulunmayışı veya yetersiz

bulunuşu, gelişmeye zarar vermekte, önlemek-  
te, ürünü düşürmektedir.

Bu laboratuvarın ihtiyacı olan maddeler-  
den hava ve güneş ışığı genellikle bol oldu-  
ğundan bir sıkıntıya sebe polmamakta; ama  
su ve bitkibesin maddeleri bitki gelişmesini  
sınırlandıran etkenlerin başında olarak her  
yerde ve her zaman ağırlığını göstermektedir.

Aslında bitki bünyesini oluşturan madde-  
lerin çok büyük kısmı su ve organik madde-  
den ibaret bulunmakta ve bunların tümü he-  
men yalnız dört elementden (C-H-O-N) oluş-  
maktadır. Bu dört elementden, azot hariç  
tutulursa, ilk üçü olan (C-H-O) hava ve sudan  
alındığından bizi pek fazla ilgilendirmemek-  
te, ancak azot ile kuru maddenin % 10-20'  
sini oluşturan külden bulunan mineral madde-  
ler (P-K-Ca-Mg-S-Fe-Mn-Mo-Zn-B-Cl-Cu) top-  
raktan alınmak zorunda olduğundan bizi şid  
detle ilgilendirmekte, gerek ortam, gerekse in-  
sanın buna girişimleri sonucu üzerinde büyük  
değişmelere sebep olmakta, olabilmektedir.  
Bunlardan son 7'si (Fe-Mn-Mo-Zn-B-Cl-Cu) de  
bitki bünyesinde çok az bulunduğundan :  
«Minör», «Mikro» veya «Treys» element ola-  
rak adlandırılır ve genellikle toprakta yeter  
oranda mevcuttur. Geriye : N-P-K-Ca-Mg-S  
elementleri kalmaktadır. (S) hemen bütün  
gübrelerin anyonunda bulunduğu ve bir kıs-  
mı yağışlarla havadan sağlandığından, Ca ve  
Mg ise ülkemiz gibi kireçli topraklarda ihti-  
yaçtan çok fazla bulunduğundan, diğer ülke-  
lerde ise tip ve uygulama şekli değişik oldu-  
ğundan sorun olmaktan çıkmakta, ya da ayrı  
olarak düşünülmektedir. Bu durumda ana bit-  
kibesin maddelerinden yalnız üçü olan, N-P-  
K: bitki bünyesinde en yüksek oranda bu-  
lunması, buna karşılık toprakta kolayca sö-  
mürülen şekilde, yeterli olarak bulunmama-  
sı nedenleri ile bitki besin maddelerinden en  
fazla ihtiyaç duyulanı olmaktadır. Bir fikir  
vermek üzere tahılın ortalama terkibi 1 nu-  
maralı tabloda gösterilmiştir (4).

Bu sebeple, ihtiyacın karşılanması için  
kullanılan ticaret gübreleri, en önemli bitki  
besin maddesi olan N-P-K üçlüsünden : bir,  
birkaç veya üçünü kapsar ve değerlendirilme-  
si de bu kapsamlara göre ayrılır.

TABLO: 1

Ortalama olarak tahılın kapsadığı element  
miktarları

Element	Kapsam (%)
Oksijen	44.4
Karbon	43.6
Hidrojen	6.2
Azot	1.5
Potasyum	0.9
Fosfor	0.2
Kalsium	0.2
Magnezyum	0.18
Demir	0.18
Kükürt	0.17
Silisyum	0.17
Klor	0.14
Alüminyum	0.11
Manganez	0.04
Diğerleri	0.9

Ülkemiz gibi sıcak ve kurak iklimi olan  
bölgelerde oluşan ve kil kapsamı yüksek olan  
topraklarda potasyum da yeterli oranda bu-  
lunduğundan, toprakta açlığı duyulan ve ila-  
vesi gereken, sorun olan, bitkibesini hemen  
yalnız azot ve fosfora inhisar etmektedir.

3 — Toprakların Bitkibesin Maddelerin-  
ce Fakirleşme Nedenleri :

Dünyada ve ülkemizde ekilebilen toprak-  
ların sınırlı olması ve bunların hemen hepsi-  
nin işlenmekte bulunması, buna karşılık nü-  
fusun devamlı olarak artması; gerek artan nü-  
fusun ihtiyacını karşılamak, gerekse mevcut  
standartlara göre beslenmeyen milyonlarca in-  
sanı yarı aç durumdan kurtarmak sorunları  
ile bizi karşı karşıya bırakmaktadır. Unut-  
mamak gerekir ki : bundan yalnız 28 yıl son-  
ra 2000 yılında Dünya ve Türkiye iki katı nü-  
fusu doyurmak zorunda kalacaktır.

Halbuki, erozyon, entansif tarımla sömü-  
rülme, yıkanma gibi nedenlerle işlenen top-  
raklar yıldan yıla daha da zayıflamakta, fa-  
kirleşmekte ve ihtiyar Dünyamız bugünün yü-  
künü zor taşımaktadır.

Gerçekten erozyon sonucu yalnız Misisisipri Nehri ile bir yılda taşınan toprak miktar 730 milyon tonu bulmaktadır. Yalnız Amerika Birleşik Devletlerinde erozyonla yıllık bitkibesin maddeleri kaybı : 92173000 ton N-P-K-Ca-Mg'a eşitir (5). Erozyonla kolayca kayba (uğrayan, kayaların yüzünü örten bu ince toprak tabakasının 2.5 cm lik bir kısmının oluşabilmesi için en iyi şartlarda dahi 250-1000 yıla ihtiyaç bulunduğu göz önünde tutulursa, sorunun önemi kendiliğinden anlaşılır.

Aynı durumu, her yıl bitkilerle sömürülerek topraktan uzaklaştırılan bitkibesin maddelerinde de görmekteyiz. FAO kayıtlarına göre Dünya tahıl üretimi 1970 yılında 1197534000 tondur (3). Tahıl ürününün 100 kg'mı ile topraklan ortalama 1.2 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sömürülmektedir. Bu durumda yalnız tahıl ürünü ile topraktan uzaklaşan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı 14.4 milyon tondur. Diğer ürünlerde düşünülürse bu rakkamın nerelere varacağı kolayca saptanabilir.

4 — Artan Nüfusu Besleyebilmek için Sınırlı Olan Ekilebilir Alanlarda Verimliliği Yükseltme Zorunluğu ve Gübrelemenin Bundaki Yeri :

Toprağın verimliliği medeniyetlerin doğmasına ve gelişmesine yardımcı bulunduğu gibi, toprağın : Erozyon, sömürme, yıkanma ve çoraklaşma gibi nedenlerle fakirleşmesi de pek çok medeniyetin yıkılması sonucunu doğurmuştur.

Ülkemizle yakın ilişkileri bulunan ülkelerde 1968 yılı istatistiklerine göre, buğday ve arpa üretimi ile verimi 2 numaralı tabloda verilmiştir (6).

Tabloda görüldüğü gibi : Türkiye'de verim, diğer ülkelere oranla çok düşük bulunmaktadır.

Tarım verimin artırılmasında : Kesimin bilgili kılınması, toprakların yeterli ve düzenli olarak dağıtılması, sulama, mekanizasyon, iyi tohumluk, mücadele, yeni teknikler, yeterli kredi gibi çeşitli yollardan yararlanıls-

TABLO 2

1968 yılında bazı ülkelerin gübre tüketimi, buğday ve arpa ekiliş alanları ile üretim ve verimleri

Ülkeler	Gübre tüketimi (Kg/Ha)	B u ğ d a y			A r p a		
		Alan (1000) Ha	Ürün (1000) Ton	Verim (Kg/Ha)	Alan (1000) Ha	Ürün (1000) Ton	Verim (Kg/Ha)
Batı Almanya	378	1464	6198	4230	1330	4974	3740
Doğu Almanya	283	570	2377	4170	595	2121	3560
Fransa	167	4090	14985	3660	2781	9139	3290
İngiltere	253	978	3469	3550	2401	8271	3440
Norveç	211	5	16	3270	176	621	3530
Japonya	384	322	1012	3140	316	1021	3230
Mısır	122	594	1518	2560	49	121	2470
Bulgaristan	133	1060	2549	2410	402	807	2010
Yugoslavya	62	2012	4363	2170	312	450	1440
İsrail	113	102	175	1710	45	25	540
Yunanistan	71	1100	1561	1420	329	465	1410
Türkiye	11	8352	9603	1150	2730	3560	1300
Amerika	77	22636	42898	1920	3980	9211	2340
Rusya	29	67231	93393	1390	19353	28804	1490
Kanada	21	11907	17686	1490	3576	7084	1980

maktadır. Ancak, birim alandan elde olunan randımanın, yani verimin artırılmasında gübreleme diye adlandırdığımız, bitkibesin maddeleri ihtiyacının karşılanması, giderilmesi ise : Diğer bütün etkenlere eş olarak % 50 oranında etkili olmaktadır.

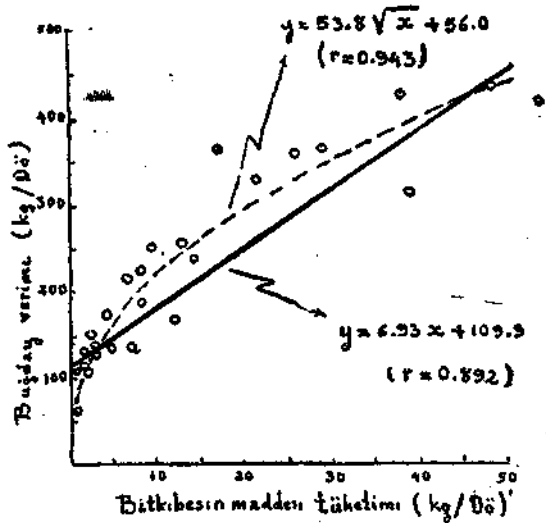
2 numaralı tabloda ayrıca 1967/68 ürün yılında çeşitli ülkelerce işlenen topraklara dönüm başına kullardan etkili madde tutarı verilmiştir.

Tabloda görüldüğü gibi, toprağa uygulanan gübre miktarı arttıkça dönümden alınan ürün yani verimde artmaktadır.

Tabloda belirtilen ve ülkemizle yakın ilişkileri bulunna ülkelerin :  $x$  = dönüme uygulanan etkili bitkibesin maddesi tutarı (kg),  $y$  = buğday verimi (kg/Dö.) arasında yaptığımız korelasyon hesabı : Korelasyon katsayısı ( $r = 0.892$ ) ölen, çok belirgin bir uyarlığın bulunduğunu ve ilişkinin :

$y = 6.93x + 109.9$  şeklinde denklemleşebileceğini, parabolik ilişkinin ise, daha yüksek korelasyon katsayısı ( $r = 0.943$ ) ile:

$y = 53.8 \sqrt{x} + 56.0$  bağlantısını gösterdiğini ortaya koymuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Gübreleme ile buğday verimi arasındaki doğrusal ve parabolik ilişkiler.

Bu durum, tarımda verim ile gübreleme arasındaki ilişkinin ne kadar yakın olduğunu açık olarak göstermekte, verimin artması için : Gübrelemenin şart olduğunu ve

gübre tüketimi arttıkça üretimin de buna bağlı olarak artacağını ispatlamaktadır.

Toprakta verimliliğin sağlanmasında, fosforlu gübrelerin diğer gübreler arasında yeri ise bütün uluslarca açık ve seçik olarak bilinmektedir. Çok eskiden beri sömürüldüğü, gübrelenmediği ve kireç gibi bağlayıcı etkenler nedeni ile ülkemiz toprakları için fosfor daha da büyük önem taşımaktadır.

Bu nedenledir ki : Fosforlu gübre üretimimizde ve özellikle tüketimimizde, son yıllarda hızlı bir gelişme görülmüştür. Çalışmalar bu gelişmenin önümüzdeki yıllarda daha hızlı oluşacağını göstermektedir.

Ancak çiftçinin bilgisizliği, ülkede gerekli ön çalışmaların daha önce yapılmamış bulunması ve yeni yeni yapılmakta olması gibi sebeplerle, ham maddesi ülkemizde bulunmayan veya henüz ekonomik olarak işletilemeyen, bu nedenle de 100 milyon dolara yakın gübre ithalatımızda büyük bir yer tutan fosforun; ithali, üretimi ve tüketiminde çeşitli aksaklıklar görülmekte, pek çok sorunla karşılaşmaktadır.

Bitkiler ve dolayısıyla tüm tarım için önemi bu kadar büyük olan fosforun topraktaki ana kaynağı ve gübre için ana materyali fosfat olduğuna göre, fosfatın tarım için önemi kendiliğinden ortaya çıkar.

5 — Tarımsal Kazanç Gübreleme İlişkileri :

Bu durumu yalnız verimde değil tarımsal kazançta da görmek Vnümkündür. Yakından ilgili olduğumuz ülkelerde tarımsal kazanç ile gübre tüketimi, birlikte olarak 3 numaralı tabloda toplanmıştır (7).

1965 yılı istatistik kayıtları esas alınarak hazırlanan tabloda da görüldüğü gibi : İşlenen topraklara hektar başına gübre (Etkili madde toplamı olarak) tüketimi gelişmiş ülkelerde 100 kg'mın üzerine çıkmakta hattâ bazı ülkelerde 500 kg'ma yaklaşmaktadır. Buna mukabil Türkiye'de uygulama ancak 6 kg dır. Buna bağlı olarak gelişmiş ülkelerde tarım kesiminde birey başına isabet eden gayri safi hasıla bazen 1000 doların üzerinde olduğu halde ülkemizde ancak 100 dolar dolayında oluşabilmektedir.

TABLO 3

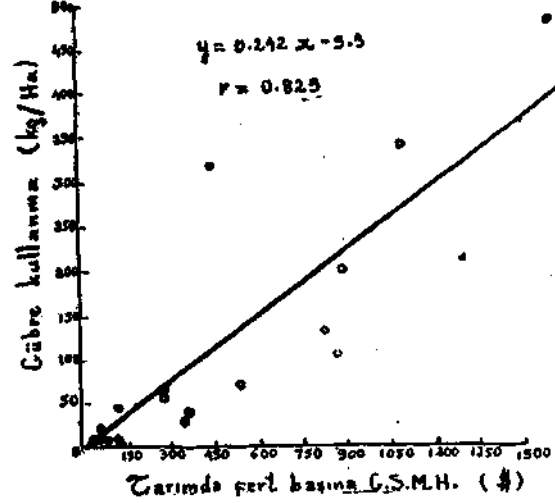
Yakından İlgili Olduğumuz Ülkelerde,  
Tarımda Birey Başına Gayri Safi  
Hasıla ve Gübre Tüketimi

Ülkeler	Tarımda birey başına G.S.H. (\$)	Etkili madde toplanti olarak gübre tüketimi (kg/Ha)
Belçika	1587	474
B. Almanya	1082	343
Japonya	346	321
İngiltere K.	1280	208
Norveç	892	200
Fransa	816	131
İsrail	867	100
İtalya	529	70
Yunanistan	277	65
Yugoslavya	272	55
Lübnan	114	48
Kıbrıs	359	44
İspanya	325	38
Suudî Arabistna	66	18
Türkiye	127	6
Hindistan	62	5
Pakistan	58	5
Suriye	80	3
Irak	116	1

4 numaralı tabloda belirtilen ve ülkemizle yakın ilişkileri bulunan ülkelerde işlenen alanların hektarına kullanılan gübrelerin etkili madde miktarları tutarı ile, dolar olarak tarımda birey başına gayri safi hasıla arasında yapılan korelasyon hesabı ikisi arasında 0.001 seviyesinde çok belirgin bir uyarılığın bulunduğu, ve bu uyarılığın:  $x =$  birey başına tarımsal G.S.H. (\$),  $y =$  işlenen alan başına kullanılan gübredeki etkili madde tutarı (kg/Ha) olarak :

$y = 0.242 x - 5.5$  şeklinde denklemleneceğini tesbit etmiş bulunmaktayız ;(8) (Şekil 2).

Bu durum, tarımsal nüfusun mutluluğu ile yakından ilgisi bulunan gayri safi hasılanın artışında gübrenin rolünü açık olarak göstermektedir.



Şekil 2. Gübre tüketiminin, tarımda birey başına gayri safi hasıla üzerine etkisi.

Ülkemiz gibi halkının 2/3 ü tarım kesiminden geçimini sağlayan, ihracatının 3/4 ü tarımdan karşılanan, mal üretiminin 2/3 ü tarımsal bünyeli olan, ekonomisi tarıma dönük ve kalkınması için çıkışı tarım kesimine bağlı ülkelerde, düşük verimi yükselterek üretimi artırmak, kalkınmayı hızlandırmanın temel sorunu olmaktadır.

## B. FOSFORUN BİTKİLER İÇİN ÖNEMİ

1 ^- Bitki Bünyesini Oluşturan Fosforlu Bileşikler :

Bitki bünyesinde cereyan eden fizyolojik olayların en önemlilerinde rol alan organik bileşik veya komplekslerin hemen hepsi fosfor kapsar.

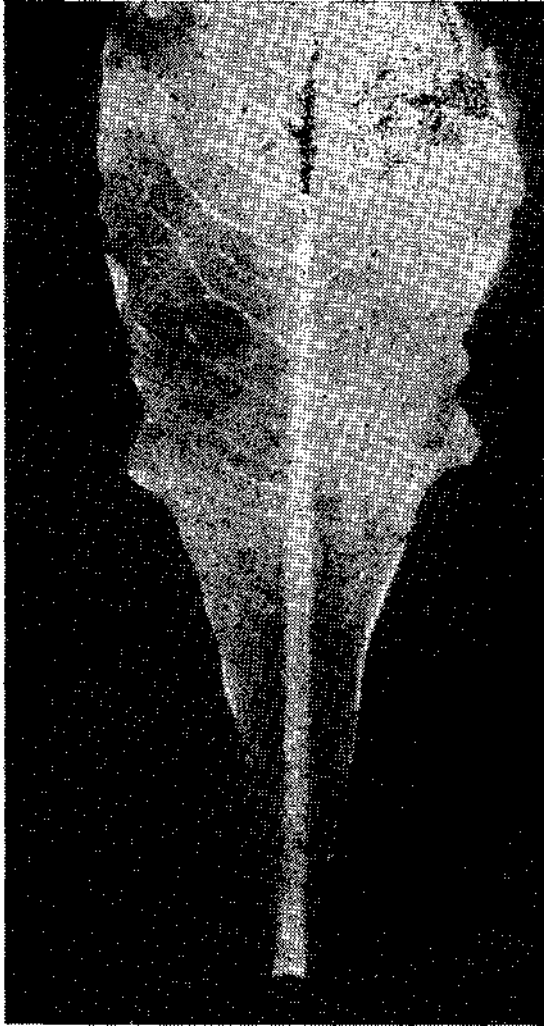
Güneş enerjisinin, kromotoforlar yardımı ile bitkiler tarafından atomların bünyesinde tutulması, bağ enerjisine, kimyasal enerjiye dönüşümü ve böylece su ve karbondioksitten organik bileşiklerin yapılması, yani : «Fotosentez» in son izah şekli olan «Elektron Akış Teorisi» ne göre olayda en büyük rolü olan ADP (Adenosin-dî-fosfat) ve ATP (Adenosin-tri-fosfat) birer fosfor bileşiği olduğu gibi; elde olunan bileşiklerin, özellikle kültür bitkilerinde yakılmaları, Krebs'in : «Sitririk Asit Halkası» ve «Pirüvik Asit Halkası» na göre GDP (Guanosin-di-fosfat) ve GTP

(Guanosin-tri-fosfat) a ihtiyaç göstermekte; şekerlerin sentezi : ÜDP (Uridin-di-fosfat) ve UTP (Üridin-tri-fosfat) ile olabilmektedir (9).

Azotun biyolojik fiksasyonunun ancak ADP ve ATP yardımıyla olabileceği anlaşılmaktadır (10).

Hücrenin canlı kısmının temelini teşkil eden protoplazmayı oluşturan proteinlerin sentezi de bir fosfor bileşiği olan RNA (Ribonukleik-asit) yardımı ile olmaktadır (11). Yeni araştırmalar RNA ile genlerden proteinlerin yapıldığı protoplazmaya emirler geldiğini açıklamış bulunmaktadır. i

Yukarıda açıklandığı gibi, en önemli hayat olayları olan organik maddenin yapımı,



Şekil 5. Bir maral yaprağında fosforun dağılışı (Otoradyogramın fotokopisi)

şekil ve yer değiştirmesi ve yakımı ancak fosforlu bileşikler yordamı ile mümkün olabilmektedir.

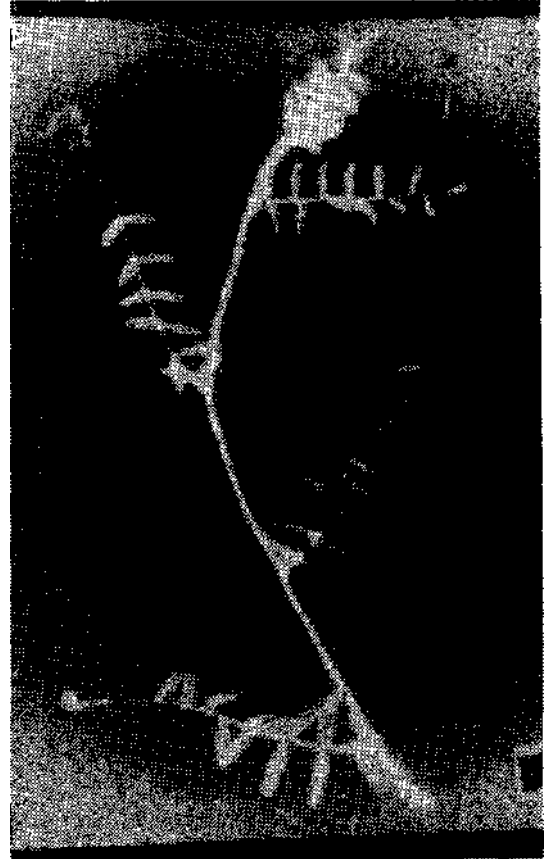
2 — Fosforun Bitki Bünyesinde Dağılışı ve Hareketi :

Fosfor, bitkideki pek çok hayatsal olaya katıldığından bitkinin her tarafında bulunmaktadır. Ancak fotosentez ve enzimatik rollerinden dolayı : Yaprak ve genç kısımlarla tohumlarda ve diğer generatif organlarda daha fazla toplandığı görülmektedir.

Bu konuda bir fikir vermek üzere, P<sup>32</sup> ile etkilenmiş fosforla gübrelenen bitkilerin otoradyogramlarından bazı örnekler alınmıştır (Şekil 3, 4).

3 — Bitkilerin Fosfor Kapsamları :

Bitkilerin fosfor kapsamları : Toprak çeşidi, bitki çeşidi, gübreleme durumu bitki kısmı, bitki yaşı gibi pek çok etkene göre değişiklik gösterir.



Şekil 4. Etimesgut toprağında yetiştirilmiş bir fiğ bitkisinde fosforun dağılışı . (Otoradyogramın küçültülmüş fotokopisi)

4 numaralı tabloda çeşitli bitkilerin kapsadığı, en düşük ve en yüksek P dozları gösterilmiştir (PsA olarak) (14).

TABLO 4

Çeşitli Tarım Ürünlerinin Fosfor Kapsamları

Ürün çeşidi	Analiz edilen kısım	Fosfor kapsamı (%)	
		Düşük	Yüksek
Tahıl	Dane	0.15	0.60
Arpa	Sap	0.04	0.60
Mısır	Dane	0.20	0.80
Yulaf	Sap	0.04	0.40
Baklagiller	Yaprak	0.05	0.20
Yonca	Dane	0.15	0.50
Çayır-üçgülü		0.10	0.50
Soya fasulyesi		0.20	0.30
Bakla		0.50	1.10
Sebze ve Meyvalar		0.30	0.80
Pancar	Kök	0.10	0.60
Lahana	Baş	0.10	0.80
Patates	Yumru	0.10	0.50
Elma	Yaprak	0.10	0.20
Elma	Yaprak	0.02	0.10
Kiraz	Yaprak	0.10	0.70
Şeftali	Yaprak	0.10	0.50

Tablo 5 ise pamuk bitkisinin değişik kısımlarının fosfor kapsamları arasındaki farkları açık olarak göstermektedir (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olarak) (15).

TABLO 5

Pamuk Bitkisinin Çeşitli Kısımlarının Fosfor Kapsamları Arasındaki Farklar

Bitki kısmı	P kapsamı (%)	Sömürülen P (kg/Ha)
Kök	0.49	2.27
Sap	0.59	7.55
Yapraklar	1.19	12.77
Şif	0.48	3.62
Çiğit	1.27	15.50
Lif	0.10	0.56
Toplam		41.97

4 — Bitkilerin Fosforu Sömürmeleri :

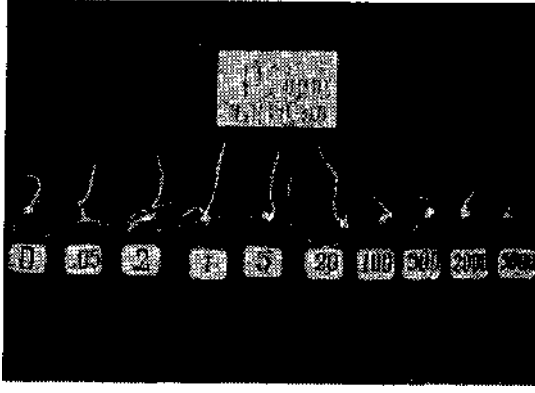
Bitkiler bünyelerinin yapımında bu kadar büyük önem taşıyan fosforu kökleri Vasıtasıyla topraktan sömürme zorundadırlar. Aslında uygun şartlar temin edilirse, bitki yaparak, dal ve gövdesi ile de fosfordan yararlanabilir. Ancak doğal şartlarda fosfor yalnız toprakta bulunduğundan bitki de yalnız kökleri vasıtasıyla fosforu olabilmektedir. Bu sömürme işleminde yalnız bir kaç mikron boyundaki kılcal borular rol almaktadırlar. Toprakta bu kökler daha ziyade 20 cm lik üst toprak tabakasında toplanmış bulunmaktadırlar. Buna karşılık bitki çeşidi ve diğer etkenlere bağlı olarak köklerin metrelerce derinlere gidebildiğine ve buralarda da kılcal kökler hasıl edebildiklerine sık sık rastlanmaktadır.

Fosforun topraktan sömürülebilmesi için toprakta bitkiye elverişli şekilde, belli oranda, çözünür vaziyette bulunması, diğer maddelerle arasında belirli bir dengenin kurulmuş olması; nem, sıcaklık, havalanma, organik ve inorganik komplekslerin, reaksiyonun uygun bulunması, sömürmeyi güçleştiren etkenlerin olmaması gerekir. Bu dengenin her hangi yolla her hangi etkende bozulması sömürmenin durması ya da zararlanma (Toxicité) ya sebep olabilir.

Bitkiler fosforu sömürmeye, tohumlar henüz çimlenmeden, su alarak şişince başlanmaktadır.

Bitkilerin çimlenebilmeleri için fosfor konsantrasyonunun belirli değerler arasında bulunması gerekmektedir. Diğer etkenlerin girişimi olmadığı zaman: 0.2-20 ppm P çimlenmeyi olumlu olarak etkilemekte, bu değerlerin ve özellikle 100 ppm'den sonra çimlenme yavaşlamakta, zarar görmektedir (17) (Şekil 5).

Bitkilerin fosforu topraktan sömürme süreleri, çeşitli etkenlere bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Bitki köküne enjekte edilen P<sup>32</sup> 5 dakika sonra toprak üstündeki kısımlara erişemediği halde, 20 dakika sonra toprak üstü kısımlarda da aktivite bulunduğu görülmüştür (18).



Şekil 5. Mısır tohumlarının çimlenmesine fosfor dozunun etkisi.

Aslında diğer etkenlerin girişimi ve sağladığı dengenin bulunmadığı durumlarda çok küçük fosfor dozları dahi bitkiler için zararlı olmaktadır.

6 numaralı şekilde, kum kültüründe, yalnız değişik dozlarda fosfor çözeltisi ile yetiştirilen mısır bitkileri görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi : 0.5 ppm'lik fosfor gelişmeyi olumlu yönden etkilediği halele, bunun üzerindeki : 1.25, ve 5 ppm dozları, toksik tesir ederek, gelişmeyi geriletmiştir.

Bunlardan bağlı fosfor : İnorganik ve organik bileşikler halinde bulunmakta ve bitki bunlardan yararlanamamaktadır.

Toprakta bulunan belli başlı inorganik bağlı fosfor bileşikleri 6 numaralı tabloda gösterilmiştir. Bunlar alkali reaksiyonda daha çok kalsiuma bağlı apatit formu (19), asit reaksiyonda daha ziyade Fe ve Al bileşikleri şeklindedirler (20).

Cetvelde görüldüğü gibi çözünmeyen fosfor bileşiklerinin teşekkülü toprağın reaksiyonu ile yakından ilgilidir.

Organik bağlı fosforları ise daha ziyade: Fitin ve türevleri, nukleik asit ve fosfo-lipidler teşkil ederler.

Toprakta bulunan total fosfor miktarı genellikle 250-1500 ppm arasında değişir (19). Pek çok toprakta bu değer : 500-1000 ppm dir. Amerika ortalaması olarak verilen değer 640 ppm dir (21).

Ülkemizde yapılan analizler, bizim toprakların fosfor kapsamlarının da aynı seviyeler-

TABLO 6  
Toprakta Bulunan İnorganik, Bağlı Fosfor Bileşikleri

Bileşik	Formülü	Not
Vivianit	$Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$	Asit reaksiyon, kum ve milde
Vavelit	$Al_3(OH)_a(PO_4)_2 \cdot 5H_2O$	» » » » »
Varissit	$Al(OH)_2H_2PO_4$	» » » » »
Strengit	$Fe(OH)_2H_2PO_4$	» » » » »
Flor-apatit	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$	Alkali reaksiyon, kireçli, killi'de
Karbonat-apatit	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$	» » » » »
Hidroksi-apatit	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$	» » » » »
Oksi-apatit	$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaO$	» » » » »
Tri kalsiumfosfat	$Ca_3(PO_4)_2$	» » » » »

### C. FOSFORUN TOPRAKTA BULUNUŞ ŞEKİLLERİ, MOBİLİZASYON VE FİKSASYONU

1 — Fosforun Topraktaki Formları ve Miktarları :

Toprakta bulunan fosforun esasını çeşitli fosfatlar teşkil eder. Toprak fosforu : Bağlı fosforu, mübadil fosfor, erimiş fosfor olmak üzere çeşitli çözünürlük derecelerinde olarak total fosforu teşkil ederler.

de olduğunu, hattâ çoğu zaman oldukça yüksek değerler verdiğini göstermiştir. Bunda şüphesiz topraklarımızın organik orijinli yüksek kireç kapsamı ve yüksek kil muhtevası birinci derecede etkili olmaktadır.

Toprakta bağlı olan fosfor bileşikleri yanında, toprağın inorganik kompleksleri olan kil mineralleri ve organik kompleksleri olan hümüs tarafından yüzeyde tutulmuş





Şekil 6. Kum kültüründe yetiştirilen mısır bitkisine fosfor koyuluğunun etkisi.

olan ve diğer bir anyonla değişmeye hazır, ya da çözültüye geçebilen ve «Mübadil fosfor» adını verdiğimiz bir grupta fosfor daha bulunmaktadır. Bunlar inorganik ve organik komplekslerde, bağlı olarak bulunmayan, ancak bu komplekslerin iyon mübadele gücüne bağlı olarak yüzeyde tutulan yüzey fosforu ya da değişebilir «Mübadil-exchangeable» teşkil etmektedirler. Bunların miktarı total fosforun yanında pek küçük kalmaktadır. Bitkiler köklerinin anyon değiştirme gücüne bağlı olarak bu fosfordan yararlanmaktadırlar.

Toprakta bulunan üçüncü tip fosfor kaynağı ise : erimiş «Soluble» fosforlu bileşikler, fosfat iyonlarıdır. Bu fosfor grubu, daha

çok, suda kolayca eriyebilen mono ve dihidrojen fosfat iyonları ile serbest ya da çözünebilir katyonlu fosfat iyonlarından ibaret fosfor kaynağını teşkil etmektedir. Miktarı genellikle çok küçük olarak 0.25 ppm'den daha azdır. I

Bitki özellikle erimiş fosforu; yeter nemin ve uygun diğer koşulların bulunduğu durumlarda kolayca alabilir. Bitkiler mübadil fosfordan da yararlanmaktadırlar. Bu sebeple, bitkilerce alınabilen fosfor olan : erimiş ve mübadil fosfor bizi, total miktardan çok daha fazla ilgilendirmektedir.

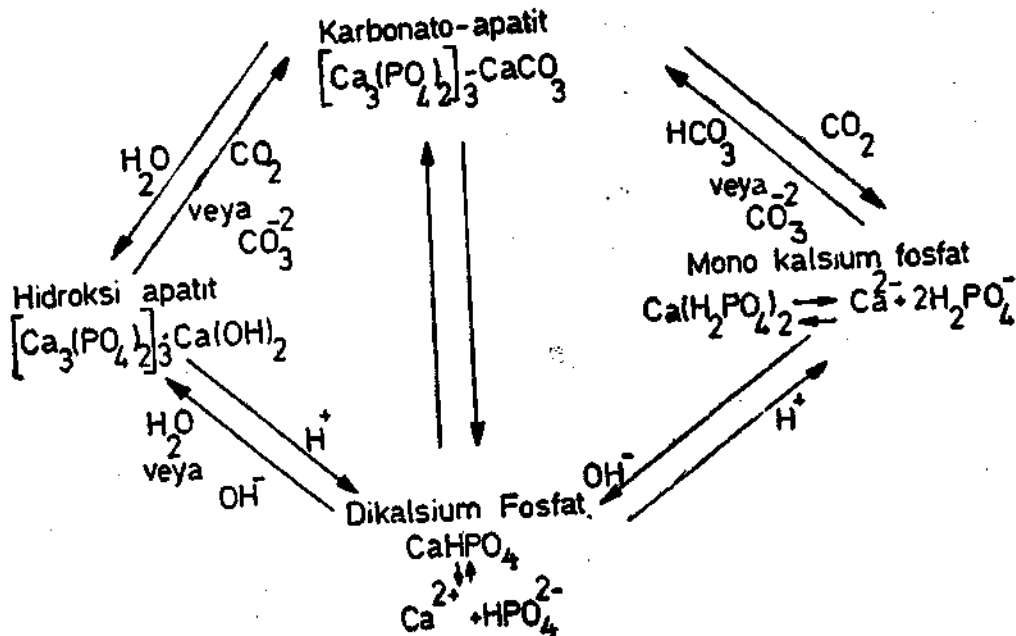
2 — Fosforun Mobilizasyon ve Fiksasyonu :

Toprakta bulunan çözünmesi güç fosforlu bileşiklerle, fosfor, «Mübadil fosfor» ve çözülmüş, erimiş fosfor iyonları arasında :

Total.....".....".....Mübadil.....".....Erimiş  
şeklinde

ortama göre teşekkül eden bir denge bulunmaktadır. Bu dengeye göre bu gruptan birinin artıp eksilmesi diğer grupları etkilemektedir.

Ülkemiz gibi,  $\text{CaCO}_3$  kapsamı yüksek ve alkali reaksiyonlu topraklara sahip ülkelerde fosforun mobilizasyonu ve fiksasyonunda en önemli rolü kalsiyum almakta, ve fosfor, çeşitli apatit formları halinde bağlanmaktadır (22) (Şekil 7).



Şekil 7. Kireçli topraklarda fosforun değişimi.

Toprakatki fosforun çözünmesine, toprağın total fosfor kapsamı, gübreleme durumu, yağışlar ve nem muhtevası, işleme tarzı ve toprağın havalanması, toprağın bünyesi, CaCO<sub>3</sub> kapsamı, kil kapsamı ve kil minerallerinin cinsi, organik madde kapsamı, sıcaklık, profil derinliği, toprağın reaksiyonu gibi pek çok faktör etkili olmaktadır.

Toprakta total fosfor arttıkça, çözünen fosfor artmakta, çözünen miktar gübreleme ile yükseltilebilmekte, nem fosforun çözünmesine, özellikle ülkemiz gibi kurak iklimli bölgelerde, etki yapan en önemli etkenlerden biri olmakta, bünye kabalaştıkça çözünme ko-

laylaşmakta, kil kapsamı arttıkça fiksasyon kolaylaşmakta, organik madde kapsamının artması çözünmeyi kolaylaştırmakta, çözünen fosfor özellikle profilin üst tabakalarında toplanmakta, havalanma ve sıcaklık çözünmeyi teşvik etmektedir. Bunların yanında özellikle pH ve CaCO<sub>3</sub> fosforun mobilizasyon ve fiksasyonuna şiddetle etki yapmaktadır.

Radyofosfor kullanarak yaptığımız bir araştırma, fosforun bağlanması üzerine CaCO<sub>3</sub> kapsamının ne kadar şiddetle etkili olduğunu göstermiştir (23) (Tablo: 7) ve (Şekil 8).

**TABLO : 7**

**CaCO<sub>3</sub> ün Fosforun Bağlanması Üzerine Etkisi.**

Ölçülen P<sup>32</sup> Aktiviteleri ile Toprağın % CaCO<sub>3</sub> Muhtevaları Arasındaki İlişkiler

I. % 0-20 CaCO<sub>3</sub> Seviyelerinde:

1- Kireçde:

$$\text{Log } \frac{A^X}{A} = 18,1 \text{ CaCO}_3$$

2- Toprakda:

$$\text{Log } \frac{A^X}{A} = 4,5 \text{ CaCO}_3$$

3- Toprakla kireç arasında:

$$\text{Top } \frac{A^X/A_n}{A_0/A_0} = \text{CaCO}_3 \frac{A^X}{A} + \left[ \frac{\% \text{ CaCO}_3 + \text{CaCO}_3 A^X/A}{\text{CaCO}_3 A^X/A + (\text{Top } A_0/A_0 - \text{CaCO}_3 A^X/A)} \right]^3$$

II. % 20-75 CaCO<sub>3</sub> Seviyelerinde:

(Toprakla kireç arasında)

$$\text{Top } \frac{A^X}{A} = \text{CaCO}_3 \frac{A^X}{A} + \left( \text{kirecin serbestlik } \frac{A^X}{A} - \text{Top } \frac{A_0}{A_0} \right)$$

A<sup>X</sup> - Standardın aktivitesi

A - Çalkandıktan sonraki çözeltinin aktivitesi

A<sub>0</sub> - Toprağın % 0 CaCO<sub>3</sub> seviyesinde katılan çözeltinin aktivitesi (Yalnız CaCO<sub>3</sub>)]

A<sub>0</sub> - % 0 alınan

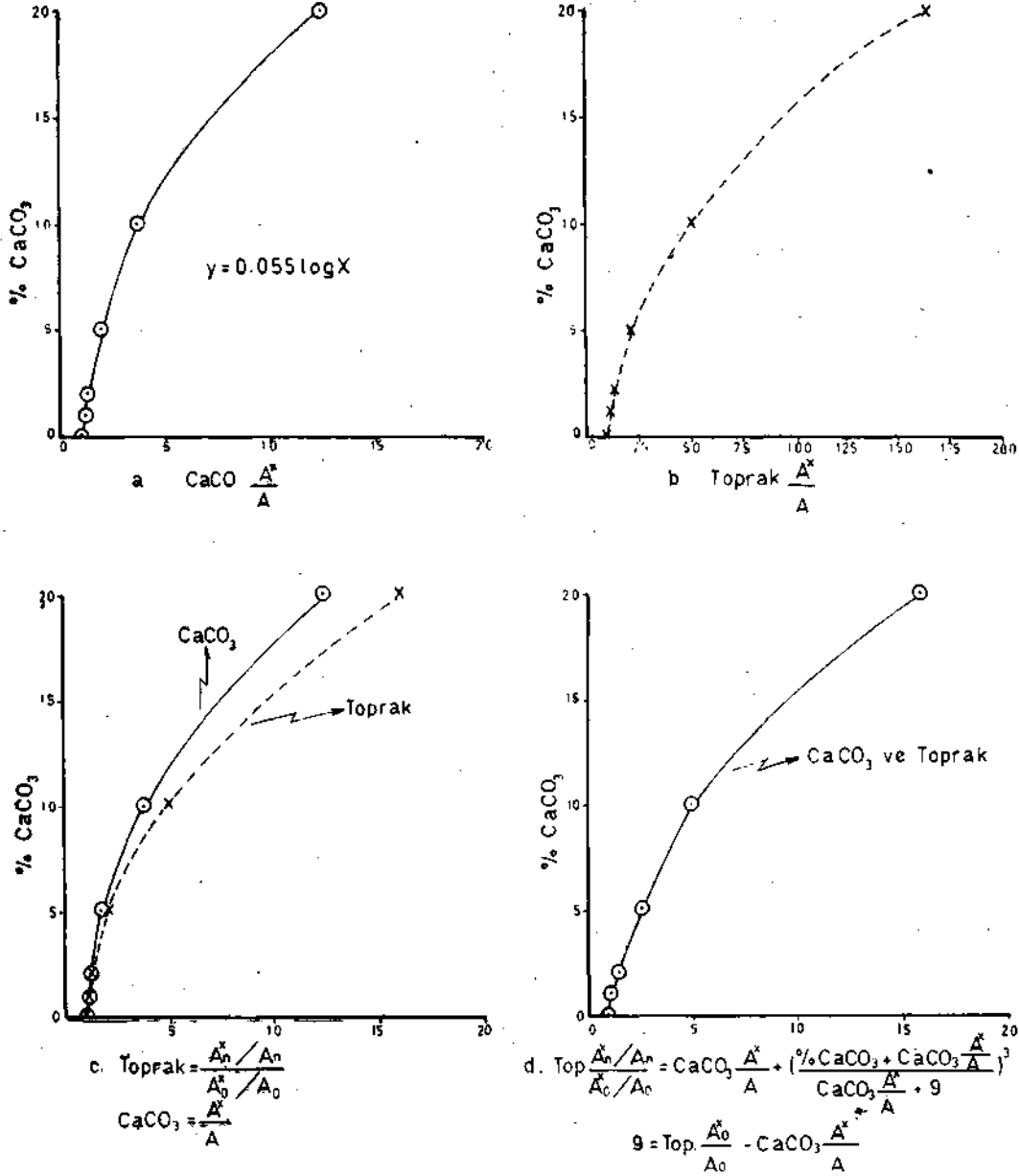
A<sub>n</sub> - % n katılan (Toprağa)

A<sub>n</sub> - % n alınan

9 numaralı şekilde ise, CaCO<sub>3</sub> oranına bağlı olarak çözültide mevcut fosforun bağlanan kısmı görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, fosforun bağlanan kısmı CaCO<sub>3</sub> % sine i bağlı olarak logaritmik bir eğri göstermektedir.

10 numaralı şekilde ise reaksiyonun fosforun mobilizasyon ve fiksasyonu üzerine etkisi görülmektedir.

11 numaralı şekilde ise, uygulama dozuna bağlı olarak, kaolinit minerali, tarafından tutulan fosfor miktarları görülmektedir (24)



Şekil 8. Radyofosfor kullanarak yapılan araştırmada ölçülen  $F^{19}$  aktivitele toprağın %  $\text{CaCO}_3$  muhtevaları arasındaki ilişki.

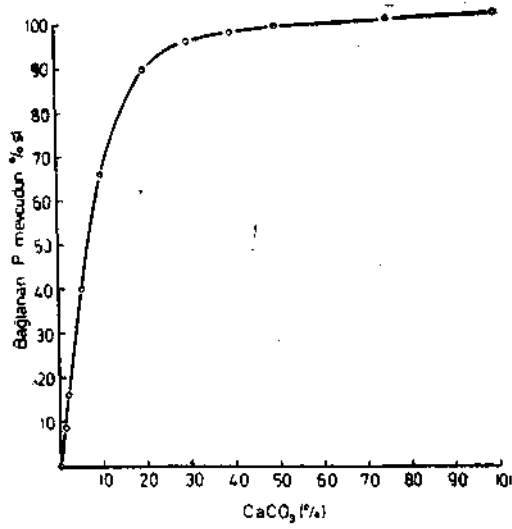
### Ç. FOSFOR AÇLIĞI VE ARAZLARI

#### 1 — Açlık Nedenleri :

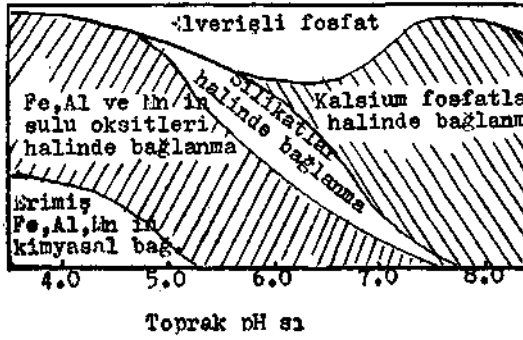
Topraklarımız pek çok nedenlerle fosfor bakımından fakirdirler. Bu teebepile de 27 milyon hektar civarında olan işlenebilir alanların 1/3 ünü oluşturan 9 milyon hektarı nadasa bırakılmakta, yani 18 milyon hektarlık kısmı teşkil eden alanlardan ancak iki yılda bir ürün alınabilmektedir.

İşlenen alanların hepsi tarıma elverişli değildir. 900000 hektar tuzlu alkali arazi 54000 hektar bataklık-sazlık, 35000 hektar kurutulmuş turbiyer ve ekzibelerden, 2444300 hektarlık drenajlı alandan, fosfor kapsamı uygun da olsa, diğer etkenler düzenli bir şekilde bulunmadığından ürün alınmamakta, ya da çok düşük ürün alınabilmektedir.

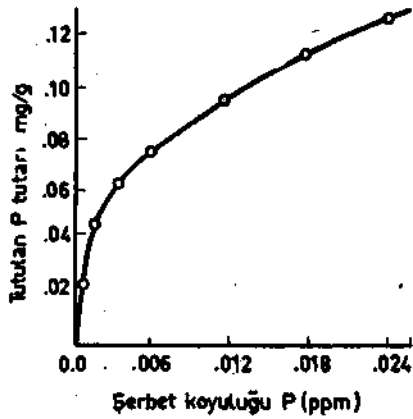
Toprakta diğer etkenler nedeni ile fosfordan yararlanamama yanında fosfor açlığına :



Şekil 9. CaCO<sub>3</sub>'ün fosforun bağlanmasına etkisi.



Şekil 10. Reaksiyonun fosforun mobilizasyonu ve fiksasyonu üzerine etkisi.



Şekil 11. Kaolinit mineralinde fosforun tutulmasına çözültü koyuluğunun etkisi.

aşırı sömürme, gübrelememe, yıkanma, erozyon gibi çeşitli etkenler sebep olmaktadır.

Gerek erozyon gerekse ülkemizin ilk yerleşim alanlarından biri olması nedeni ile çok eski zamanlardan beri tarıma alınması ve devamlı olarak sömürülmesi toprağımızı fosfor bakımından fakir ve verimsiz kılmıştır.

Türkiye'nin hemen her bölgesi fosfor bakımından fakirdir. O kadar fakirdir ki : bulunan değerler, diğer ülkeler için tanınan sınır değerlerinin de bir hayli altında kalmaktadırlar.

Tarımın ilk olarak uygulandığı ülkelerden biri olan ülkemizde : binlerce yıldır ekin ekilmesi, bitkiler tarafından fosforun sömürülmesi ve ürünle uzaklaştırılması; buna karşılık toprağa hemen hiç bir şey ilave edilmemesi sonucu oluşan bu durumu gayet olağan saymak gerekir.

Ülkemizde ticaret gübresi kullanmağa yeni yeni başlanması; yalnız bitkibesin maddes kaynağı olarak değil, toprağın bünyesi ve organizmaları için de önem taşıyan ahır gübresinin, tezek olarak yakılması topraklarımızı bu kaynaktan da mahrum bırakmaktadır

Ülkemizde fosfor açlığının temel nedenlerinden biri de erozyondur. İşlenen topraklarımızın yarısında şiddetli ve çok şiddetli erozyon bulunmakta, ayrıca 6 milyon hektar alan da orta derecede erozyon etkisinde kalmaktadır (25).

Erozyon, yüz-ölçümüne oranla yükseklikleri gayet fazla değişiklikler gösteren, bu nedenle de eğimi çok fazla olan ülkemiz toprakları için büyük önem taşımaktadır. Gerçekten, sözgelisi Amerika B.D.'nde en yüksek alanlar olan «Rocky Mountain» lerin en yüksek tepesi bizim Ağrı dağından daha alçaktır. Yine A.B.D.'nde yükseklik doğudan - batıya muntazam olarak arttığı ve sonra azaldığı, yani binlerce Km'de yalnız bir iniş ve çıkış bulunduğu halde, ülkemizde kuzey-güney doğrultusunda bu iniş ve çıkış bir kaç yüz Km'de iki defa olmaktadır. Bunun sonucu : eğim fazla, aşınma, erozyon kolay olmaktadır.

Yağış rejiminin bozuk olması ve ilk yerleşim alanlarından olduğundan ormanlarının kesilmiş bulunması bu sebeple de su rejiminin bozuk olması Türkiye'de erozyonu kolaylaştıran ve fosfor kaybını çabuklaştıran nedenlerdendir.

Şüphesiz bunlar\*, bilgili bir tarımın uygulanmaması, erozyonu önleyici toprak-korumaya tedbirlerinin alınmamış olması, akar suların düzene sokulmamış bulunmasını da katmak gerekir.

## 2 — Sömürme Güçlükleri :

Topraklarımızın fosfor bakımından fakirliği, yalnız erozyon ve mevcut fosforun yetersizliğinden ileri gelmemektedir. Çeşitli diğer etkenler de fosforun topraktan sömürülmesini güçleştirmektedirler.

İşlenen topraklarımız genellikle, ya derin değildir, ya da toprağın derin tabakaları istenilen bünyede değildir. Bunun sonucu, pek çok bölgede bitkinin yararlanabileceği toprak tabakası, bir iki karışı geçmemektedir. Toprakta bulunan fosfor yeterli de olsa, toprak miktarı az olduğundan gelişme tam olmamaktadır.

Topraklarımız ormansızlık, binlerce yıldır işlenme, ve sıcak-kurak iklimimiz nedeni ile organik maddece fakirdir. Bu sebeple iyi bir fosfor kaynağı, diğer bitkibesinleri, deposu, mikroorganizma yatağı, ve bünyeyi düzeltici bir aracıdan yoksundur. (

Ülkemizde toprakta bulunan bitkiye elverişli fosforun sömürülmesini güçleştiren en önemli etken nem yetersizliğidir. Nemin toprakta, özellikle, bitkilerin geliştiği devrede yeterince bulunmaması, toprakta fazla miktarda bulunsada dahi fosforun alınamaması sonucunu doğurmakta ve aslında fosfor bakımından zengin olan toprakları dahi verimsiz kılmaktadır.

Topraklarımızda kireç, genellikle çok yüksektir. Bunun sonucu olarak, fosfor toprakta fazla miktarda bulunsada dahi bitkiye yarar-

lı olamamaktadır. Gerçekten topraklarımızın total fosfor kapsamaları oldukça yüksek olduğu halde bu ve benzeri nedenlerle bitkiye yararlı olan, elverişli olan miktarlar, diğer ülkelerin bazan onda birinden de düşüktür.

Kurak ve sıcak iklimimiz nedeni ile, topraklarımızın kil kapsamaları ve iyon mübadele kapasiteleri de yüksektir. Bu özellik de çeşitli yollarla sömürülebilme üzerine etkili olmakta, fosforun tutulması ve bağlanması ortam hazırlamaktadır.

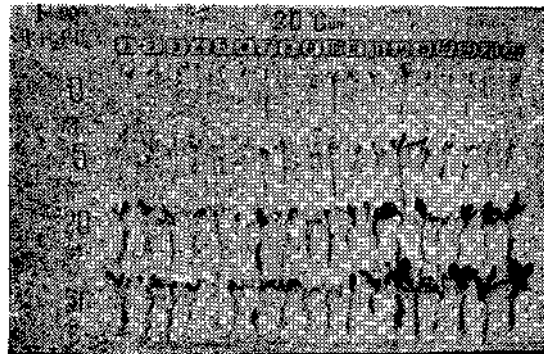
Toprakta diğer bitkibesin maddeleri, özellikle azotun yeterli ve dengeli miktar ve şekilde bulunmayışı, ahır gübresinin toprağa verilmeyışı ve sodik etki yapan bazı iyonların toprakta fazla oranda bulunması da fosforun sömürülmesini güçleştirmektedir.

## 3 — Açlık Arazları :

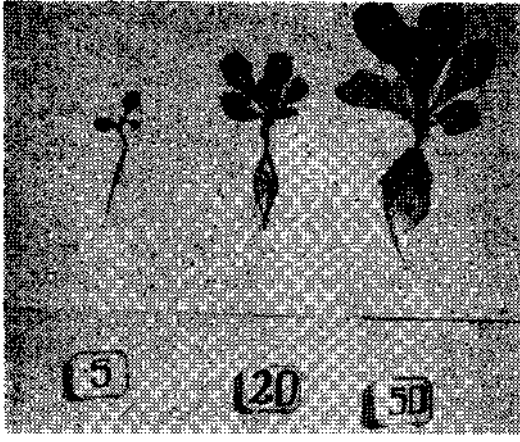
Fosforun, toprakta, bitkiye elverişli olarak yeter oranda bulunmayışı, ürünün tutar ve kalitesi üzerine etki yapmaktadır.

Fosfor açlığı yüzünden ürün, açlık derecesine göre, azalmakta; hattâ bazen hiç ürün alınamamaktadır.

Güney-doğu Anadolu'dan alınan topraklarda yetiştirilen marul bitkilerinin kuru maddeleri 50 ppm P ile gübrelenince ortalama 3.37 katı artmıştır (16) (Şekil 12, 13). Şe-



Şekil 12. Fosfor açlığının marulun gelişmesi üzerine olumsuz etkisi.



**Şekil 13. Marul ürününün fosfor açlığı nedeni ile düşüşü (Gübrelenmemiş bitki ölmüştür. Uygulanan fosfor dozu yükseldikçe ürün miktarı artmaktadır).**

kilde görüldüğü gibi, yalnız fosfor ihtiyacının karşılanması ile ürünü katlarına çıkarmak mümkün olmaktadır.

Aynı durumu diğer ürünlerde de görmek mümkündür. Gerçekten : 1962 - 64 yıllarında Ceylanpınar D.Ü.Ç.'nde 9 ppm P ile gübreleyerek floransa buğdayında % 33, 11 ppm P ile gübreleyerek akbaşak buğdayında % 44 fazla ürün almak mümkün olmuştur (16).

Haran toprağında yapılan ve 5000 ppm'e kadar fosforla gübrelenen ve marul yetiştirerek uygulanan bir araştırma ise, marulun fosfor kapsamının 7 katından fazla artışla 1440 ppm'den 10210 ppm'e çıktığını göstermiştir (16). Bu durum fosforun kalite üzerine etkisinin ürün miktarından daha fazla olduğunu göstermektedir.

Fosfor açlığının her bitkideki görünümü farklı olmakta, bitki rengi bazen koyulaşmakta, bazen açılmakta, ve arazın şiddetlendiği durumlarda yapraklar kurumağa başlamakta ve bitkiler ölmektedir.

#### D. FOSFOR İHTİYACININ TAYİNİ

##### 1 — Bitkilerin Fosfor İhtiyacının Tayini :

Toprağın kompleks yapısı, bünyesi, iyon değiştirme gücünde olan organik madde ve kil minerallerinin farklı bünye ve dozda bulunması, Fe ve Al muhtevası, pH'sı gibi faktörler toprakta bulunan total fosforla, mü

badil ve erimiş fosfor arasında belirli bir dengenin kurulmasına sebep olmaktadır. Bitki köklerinin iyon değiştirme gücü, bitkisel faaliyet neticesi köklerden çıkan CO<sub>2</sub>'in toprak suyunda erimesiyle meydana gelen karbonik asit, bitki hücrelerinde bulunan lipoidler, köklerin doğrudan doğruya katı fazdan iyon değiştirebilme (Contact exchange) kabiliyetleri, fosfat iyonunun bir anyon olarak bütün anyonlar ve katyonlarla karşılıklı münasebetleri, fosforun toprakta tutulması (Fixation), katılan fosforun sonraki tesirleri (Residual effect), çözünmesi (Mobilisation) gibi faktörler, bitkinin alabildiği fosfor miktarı üzerine etkili olmaktadır.

Bu sebeplerle fosfor ihtiyacının tayini gerçekten güç olmaktadır. Ancak güç de olsa, ülkemiz koşulları, bunu başarmamızı zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde tarımsal verimin artırılması için ekonomik bir gübreleme şarttır. Ekonomik gübreleme için ise, uygulanacak dozun, en yüksek yararlanma yüzdesini sağlayacak oranda yapılmasının rolü büyüktür.

Genellikle bitki ve toprağın gübre ihtiyacının tam olarak tesbit edilememesi, gübrenin; çeşit, uygulama zamanı, uygulanış şekli ve özellikle dozunun, doğru ve iyi bir şekilde seçilmemesi; verim artışının sınırlanması, bazı zararlanmalar ve özellikle gübre israfı sonucunu doğurmaktadır.

Bitkinin fosfor ihtiyacının karşılanabilmesi, her şeyden önce bitkinin mevcut şartlar altında fosfor ihtiyacının tayinine bağlı bulunmaktadır. Bu maksatla bir çok bilim adamı, bugüne kadar çok sayıda araştırma yapmış ve yine çok sayıda metod geliştirmiştir. Yalnız, bilim alanındaki yeni buluşlar tarımsal alanda da yeni tedbirlerin alınmalarını; alınacak yeni tedbirler ise mevcut metodlarda önemli modifikasyonların yapılmasını, veya yeni metodların geliştirilmelerini gerektirmektedir. Metod seçilirken dikkat edilecek hususlar ise, doğru sonuç vermesi, mümkün olduğu kadar geniş\* uygulama alanı bulması, her yerde ve her zaman çalışma imkânı sağlanması ve sonucun süratle alınmasını temin

etmesi, uygulanmasının basit, kolay ve aynı zamanda ekonomik olmasıdır.

Bir metod bu faktörlerden ne kadar fazlasını kapsıyorsa o nisbette kusursuzdur. Bu güne kadar bu maksatla geliştirilmiş metodlar maalesef yukarıda sayılan esaslardan ancak bir kısmına olumlu cevap verebilmektedirler. Bu durum ise bu alanda çalışanları idealden uzak tutmakta dolayısıyla konunun üzerinde devamlı olarak çalışmak zorunda bırakmaktadır.

Bugün toprakların fosfor bakımından verimliliklerinin tayininde hemen bütün metodlarda uygulanan, fosfor ihtiva eden çözeltilerdeki fosforun analizi, hemen hemen aynı esasa dayanmaktadır. Yüzyılımızın sür'at ve hassasiyetine ayak uyduramıyarak demode plan gravimetrik metod bir tarafa bırakılacak olursa, fosfor tayininde, kolorimetrik, elektrofotometrik spektrofotometrik ve benzeri metodlar kullanılmaktadır.

Öte yandan bitkide yapılan fosfor tayinlerinde doğrudan doğruya total fosfor miktarının tesbiti istendiğinden bu yollarla tayinde bir güçlük karşılaşılmamaktadır. Fakat topraktaki tayinlerde, ister istemez, çözelti kullanmak zorunda kalınmakta bu ise sınırı tayin edilemeyecek sayıda çeşitli çözücülerle karşı karşıya gelmek zarureti ortaya koymaktadır.

Fosfor ihtiyacının tayininde kullanılan metodlar aşağıdaki faktörleri esas olarak çalışmaktadırlar :

- 1 — Toprak,
- 2 — **Bitki,**
- 3 — Bitki-besin maddesi ilişkisi
- 4 — Toprak-bitki ilişkisi,
- 5 — Toprak-bitki-ortam ilişkisi,

Toprağı esas alan çalışma şeklinde; bitki besin kaynağının toprak olduğu, dolayısıyla bunun incelenmesi sonucunda toprakta alınabilir besin maddeleri miktarının ve buna bağlı olarak da bitkinin besin maddeleri ihtiyacının tayin edilebileceği esası üzerinden yürünmektedir.

Bu düşünce şüphesiz doğrudur da. Ancak bu yolda daha numune alınır ve çalışmaya hazırlanırken, toprağın tabii özelliklerinden uzaklaşma da başlamaktadır. Bu esnada rutubet, sıcaklık ve bunların değişimleri, besin maddelerinin mobilizasyonu, kaybı veya değişimleri ile yakından ilgili bulunmaktadır.

Bu sebeple toprak numunesi alınarak yapılan bütün çalışmalarda, sırasıyla: numunenin temsil gücü, numunedeki değişiklikler; numune üzerinde çalışılırken: tarla toprağında meydana gelen değişiklikler, alınabilir besin maddeleri tayinindeki güçlük, gibi faktörler üzerinde önemle durulmalıdır.

Toprak numunesinin alınmasından sonra, bunlarla çalışmaya hazırlanırken, ilk üç faktörle ilgili olarak ortaya çıkması muhtemel hataların minimuma indirilmesi için büyük bir çaba göstermek zarureti vardır. Dördüncü faktör ise, sonu gelmeyen ve gelmeyecek olan çalışmaların yapılmalarını gerektiren bir niteliktedir.

Bitkinin, topraktan doğrudan doğruya temas ile alabildiği bitkibesin maddeleri miktarlarının sınırlı olması, bunların büyük kısmının toprak suyunda erimiş olan tuzlardan sağlanması, araştırmacıları; toprakta, suda erir, besin maddesi miktarını tayine zorlamıştır. Yalnız, bu maksatla yapılan araştırmalar, bunun faydalı olduğunu, ancak bitkilerin alabildikleri bitkibesin maddeleri miktarlarının bundan da farklı olacağını göstermiştir. Çünkü, bir yandan bitki bünyesinin anyon ve kasyonlara yataklık yapan kompleks özelliği ve iyon mübadele gücü, öte yandan da toprakta bulunan inorganik kil mineralleri ile organik tabiattaki hümüs kolloidlerinin adsorpsiyon ve mübadele güçleri gibi faktörler, bitkinin, suda eriyen miktarların çok üstünde bitkibesini alabilmesine imkân vermektedirler.

İşte bu durum dikkate alınarak, toprakla mübadele edilebilir, bağımsız, çözünebilir bitkibesin maddeleri tayin edilerek, alınabilir haldeki besin maddelerini tesbit yolları araştırılmıştır. Bu yolla tayin yapabilmek için çözelti şarttır. Topraktaki alınabilir bitkibe-

sin maddesi çözültisi elde etmek için de çözücü kullanmağa mecburiyet vardır. Bu ise tabii durumdan ayrılmaya ve aynı zamanda birçok yan etkilerle karşılaşılmasına sebep olmaktadır.

Bu bakımdan; çözücünün cinsi, dozu, nisbeti, reaksiyonu, temas süresi ve hızı birer problem olarak ortaya çıkmakta ve toprağın diğer besin maddeleri muhtevası, reaksiyonu, ihtiva ettiği organik madde miktarı, fiziksel bünyesi, kireç muhtevası ve buna benzer faktörlerin etkileriyle belli bir toprak için uygun olan çözücü, diğerleri için elverişli olmamakta, bu ise birçok hallerde yanlış sonuç alınmasına yol açmaktadır.

Gerçekten, pratikte bu maksatla hazırlanmış yüzlerce çözücü bulunmasına rağmen, bu çözücüler gerekli çalışmalar yapılmadan kullanıldıkları takdirde, yanlış sonuçlar vermek tedirler.

Toprağın bitkibesin maddeleri ihtiyacının tayininde toprak yerine o topraklarda yetiştirilen bitkilerin ele alınmaları da incelenerek denenmiştir.

Bu çalışmalarda, bitkilerin besin maddeleri noksanlıklarında gösterdikleri araz veya toprakta alınabilir bitkibesin maddesi miktarları arttıkça, bitki tarafından alınabilen besin maddesi miktarlarının da artacağı, düşüncesi temel olmuştur. Bu düşüncede gerçek payı büyüktür. Buna dayanarak ya bitkilerde ortaya çıkan araza bakılmakta ve bitki dokuları incelenmekte, veya bitkilerden alınan numuneler analize tabi tutulmaktadırlar. Ancak topraktaki alınabilir bitkibesin maddesi miktarı ile bitki tarafından alınan miktar arasındaki ilişki üzerine çeşitli faktörlerin; örneğin: bitkinin çeşidi, bitki aksamı, bitkinin yaşının, etki yaptıkları göz önünde bulundurulacak olursa; bu alandaki çalışmalarda yalnız toprak veya yalnız bitki ile değil, her ikisini aynı zamanda ele alan metodlar üzerinde çalışmanın daha doğru olacağı kendiliğinden ortaya çıkar.

Gerçi su ve kum kültürleriyle yapılacak denemelerde bitki ile besin maddeleri arasındaki karşılıklı etkinin incelenmesi imkânı

mevcut ise de, burada toprağın kompleks yapısı dikkate alınmadığından, elde olunan sonuçlar pratiktekinden çok farklı bulunmaktadır.

Bu sebeple toprak ve bitki ilişkilerini esas alan çeşitli biyolojik metodlar geliştirilmiştir.

Bu metodlarla çalışırken, toprağın fosfor ihtiyacının tayininde ya, Sekera metodundaki gibi mikroorganizma kullanılmakta, veya Neubauer, Mitscherlich ve Jenny metodlarında olduğu gibi kültür bitkileri yetiştirilmektedir.

Bizzat kültür bitkilerinin dahi fosfor alımı bakımından aralarında büyük farklar gösterdikleri düşünülürse, mikroorganizma kullanılmak suretiyle yapılan çalışmalardan elde olunan sonuçların hakikate yakınlık derecesi kendiliğinden ortaya çıkar.

Kültür bitkileri yetiştirilerek yapılan çalışmalarda, Neubauer metodunda olduğu gibi, fosfor sömürme gücü yüksek bitkiler (Çavdar) yetiştirilerek bunlar analiz edilmekte, ve böylece deneme bitkisinin yetiştirildiği toprakta mevcut, alınabilir fosfor miktarı hakkında hüküm verilmekte, veya Jenny ve Mitscherlich metodlarında olduğu gibi: toprağa muhtelif miktarlarda fosfor ilâve edilmekte ve bitkilerin bunlara karşı gösterdikleri reaksiyonun derecesine dayanılarak denemeye alınan toprağın ihtiyacı tesbite çalışılmaktadır.

Gerek Neubauer, gerekse Jenny ve Mitscherlich metodları, bu gün de, diğer metodlarla elde olunan sonuçların doğruluklarını kontrolde, dolayısıyla bu sonuçların pratik bakımdan değerlerinin tesbitinde, standard metod olarak kullanılmaktadırlar. Yalnız bu metodlardan Neubauer metodu, uygulanabilmesi için sıra -dışında, ısı sabit özel büyütme yerlerine ihtiyaç göstermekte, Jenny ve Mitscherlich metodları ise 100 kilograma yakın veya bunun üstünde toprak numunesinin kullanılmasını gerektirmektedirler. Ayrıca bu metodlarla çalışılırken denemelerden sonuç alınabilmesi uzun bir zamana ihtiyaç göstermektedir (Jenny metodu için 1.5-2 ay, Mitscherlich metodu için 3-3.5 ay).



Önemli olan diğer bir husus da, biyolojik karakterdeki diğer metodlarla olduğu gibi, bu metodlarla da çalışılırken yalnız 20 cm lik toprak tabakasının dikkate alınması, dolayısıyla toprağın profil özelliğinin incelenmemesidir. Yalnız 20 cm derinlikteki toprağın bitki beslemedeki önemi büyük olmakla beraber bugünkü bilgilerimiz, daha derin tabakaların, bitki köklerinin ulaşabildikleri derinliklerin, incelenmesini zorunlu kılmaktadır. Gerçekten de, bu maksatla yapılan ve sonuçları yayınlanan (26) çalışmalarımız da bunun doğruluğunu açık olarak ortaya koymuş bulunmaktadır. Buna yalnız toprağın fosfor muhtevasının tayini bakımından değil, aynı zamanda fosforun alınmasında etkisi olan diğer faktörlerin, bu etkilerinin tesbiti bakımından da ihtiyaç hasıl olmaktadır.

Toprak verimliliği alanında son yıllarda geliştirilmiş olan «A» değeri metodunun uygulanabilmesi için radyoizotopların çalışmalarına zaruret vardır. Radyoizotoplarla yapılan çalışmalarda ise, gerek insan sağlığı ve gerekse ekonomi yönünden, bunların dozlarının mümkün olduğu kadar düşük tutulmaları gerekmektedir. Bu ise ancak denemelerde yine mümkün olduğu kadar az miktarda toprak kullanılmasıyla sağlanabilir.

Toprağın fosfor ihtiyacının tayininde kullanılan yolların en emini şüphesiz bitki - toprak ve ortam arasındaki ilişkileri en iyi bir şekilde tesbite imkân veren tarla denemeleridir. Yalnız çok fazla masraf, zaman ve aynı zamanda emek isteyen bu metodla elde olunan sonuçlar, iklimdeki değişiklikler sebebi ile yıldan yıla büyük farklılıklar göstermekte ve bir çok hallerde muhtelif yıllara ait deneme sonuçlarını birbirleriyle mukayeseye imkân hasıl olmamaktadır.

Fosfor ihtiyacının kolay ve doğru olarak tayini için geliştirmiş olduğumuz metodda ise, sırasıyla: (a) 10-100 g gibi (seyreltilmiş profil ortalamasında 1 -2 g) çok az miktardaki toprak numuneleriyle çalışılabilmekte, (b) (15-30) gün içerisinde sonuç alınabilmesi mümkün olmakta, (c) toprağın profil özelliği incelenebilmekte, (d) sera veya büyütmeciliklerinde çalışılabilmekte, (e) daha ha-

sat yapılmadan bitkilerin gelişim farkları ve dış görünüşlerinden toprağın fosfor ihtiyacı hakkında kaba bir fikir edinilebilmekte, (f) kök yıkaması herhangi bir buharlaşmaya meydan vermeden kolayca ve canlıyken yapılabilmekte, (g) diğer bir çok metodlarda olduğu gibi azotla gübrelemeye ihtiyaç duyulmamakta, (h) randomizasyon kolayca uygulanabilmekte, (i) gelişme anındaki her türlü kontrol kolayca yapılabilmekte, (j) zaman, para ve emekte sağlanan ekonomi yanında doğru sonuç alınabilmektedir.

Metod ile, ayrıca, toprakta mevcut alınabilir fosfor miktarının tayini yanında toprağın ihtiyacı olan fosfor miktarının tesbiti, fosforun o topraktaki tesir değeri, mahsulde ve sömürülen fosforlardaki artışı, bütün topraklarda, doğru olarak tayin etmek mümkün olmaktadır ( 16).

Ülkemizde fosfor ihtiyacını tayin için yapılan araştırmalar topraklarımızın gayet fakir olduğunu ve bitkilerin fosforlu gübrelere şiddetle cevap verdiği, respons gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu konuda, Güney-doğu Anadolu topraklarında yapılan araştırmalardan bir kaç örnek 14-15 numaralı şekillerde gösterilmiştir.

## 2 — Çeşitli Ürünlerle Sömürülen Fosfor Miktarları :

Her ürünle, yetiştirilen bitki çeşidi vs *ürün* miktarına bağlı olarak farklı miktar da fosfor topraktan sömürülmektedir.

Bitkilerin fosfor ihtiyaçları türlerine göre büyük değişiklikler göstermektedir. Fosfor ihtiyacı giderilirken bu durumun önemle göz önünde tutulması ve gübre ihtiyacının ona göre sayıştırılması gerekir.

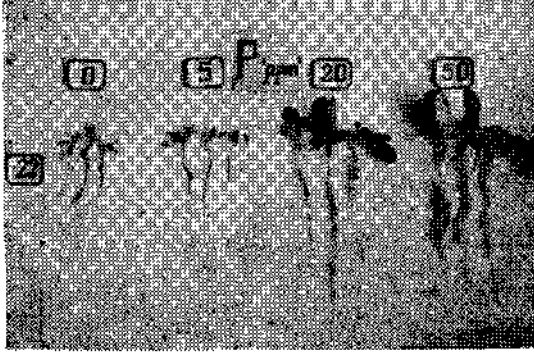
Aynı amaçla, belli başlı ürünlerle bir yıl da dönümden sömürülen fosfor miktarları ise 8 numaralı tabloda toplanmıştır (14).

8 numaralı tabloya göre 250 kg dane ve 450 kg sap için sömürülen  $P_2O_5$  miktarı 3.0 kg dır. Bu 100 kg dane için 1.2 kg  $P_2O_5$  yapar. Ülkemizin binlerce yıldır ekildiği düşünülür ve topraktan yalnız 1000 defa ürün alındığı öngörülürse, yılda dönüme 100 kg

TABLO 8

Belli Başlı Ürünlerle Bir Yılda Dönümden Sömürülen Fosfor Miktarları

Ürün çeşidi	Dönümden alınan ürün miktarı (kg)	Sömürülen PA>(kg)
<b>Tahıl</b>		
Buğday	250 kg dane, 450 kg sap	3.0
Arpa	240 » » 320 » »	2.0
Çavdar	200 » » 400 » »	3.0
Yulaf	240 » » 360 » »	2.5
Mısır	5000 » hasıl	5.0
Çayır otu	600 » ot	3.0
<b>Baklagil</b>		
Bakla	240 » dane, 360 kg sap	4.0
Bezelye	200 » » 200 » »	3.0
Yonca	800 » kuru ot	5.5
Kırmızı tirfil	600 » » »	3.0
Sarı lupen	180 » dane, 250 kg sap	3.0
<b>Endüstri bitkileri</b>		
Şeker pancarı	4000 » baş, 2000 » yaprak	6.0
Hayvan pancarı	5000 » baş, 1500 » yaprak	5.0
Tohumluk pancar	300 » tohum, sapı ile	4.0
Tütün	200 » yaprak, 400 kg sap	3.0
Şerbetçi otu	100 » çiçek, 300 kg yaprak, 400 kg bitki	3.0
Keten	60 » tohum, 60 kg kavuz; 500 kg lif sapı	3.0
Kolza	200 » dane, 500 kg sap	6.0
<b>Sebzeler</b>		
Lahana	7500 » yeşil baş	6.0
Yaprak lahana	2000 » yaprak	3.5
Brüksel lahanası	600 » gül	6.0
Patates	2000 » yumru, 800 kg yaprak	4.0
Marul	2500 » baş	2.0
Ispanak	2000 » yaprak	3.5
Domates	4000 » meyve	1.5
Havuç	3000 » kök	4.0
Soğan	3000 baş	3.5
<b>Bağ-bahçe ürünleri</b>		
Bağ	1000 » yaş üzüm, 600 kg yaprak ve dal)	3.0
Meyve ağaçları	Çeşitli	5.0



Şekil 14. Diyarbakır - Geyik toprağının fosfora gösterdiği respons.



Şekil 15. Fosfor kapsamları fark topraklara artan dozlardaki fosforlu gübrenin etkisi (Gübrelenmemiş bitkiler arasında toprağa göre büyük farklar olduğu halde 50 ppm seviyesinde bitkiler bemen aynı büyüklükte olmuştur).

buğday ürünü ile 1000 yılda topraktan 1200 kg  $P_2O_5$  uzaklaştırılmış olur. Bir dönüm 2000000 kg toprak olarak kabul edilirse bu miktar 2620 ppm fosfora eş olur. Bu değer toprakların jortalartta fosfor kapsamlarının tümünün iki katından daha fazladır. Bu se-

beple topraklarımızın fosfora fazla ihtiyaç göstermelerini gayet olağan saymak gerekir

Aslında toprağa katılacak olan fosfor miktarı sömürülen miktardan kat kat fazla olmak gerekir. Bitki toprağa katılan fosforun, birinci yılda, ancak % 10-30 undan yararlanabilmektedir. Sömürme güçlükleri, fiksasyon gibi diğer nedenlerle ihtiyaç miktarı, sömürülen miktarın çok üzerindedir.

Buna karşılık gerek Dünyanın diğer ülkelerinde, gerekse ülkemizde, toprağa gübreye katılan miktar, sembolik kalmaktadır. Sözge lişi, Dünyada 1970 yılında toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin tümü, buğday üretimi ile topraktan sömürülen fosforu ancak karşılayabilmektedir. Gerçekten, daha önce de açıkladığımız gibi : bu yıldaki buğday ürünü : 1197534000 tondur (3). 100 kg dane için 1.2 kg  $P_2O_5$  kullanıldığına göre bu miktar ürün ile topraktan uzaklaşan  $P_2O_5$  miktarı 14.4 milyon tondur. Aynı yıl Dünyanın tüm  $P_2O_5$  tüketimi ise 17.9 milyon tondur (3). Görüldüğü gibi, tüm fosforlu gübre uygulaması, yalnız buğday ürünü ile uzaklaşan miktarı karşılamaktadır. Bitkinin ilk yılda kullanılan fosforlu gübrenin ancak % 10-30 undan yararlanabileceği hesaba katılırsa; ilave edilen bütün fosforlu gübre ile, yalnız buğdayın fosfor ihtiyacının dahi karşılanamayacağı kendiliğinden ortaya çıkar.

Ülkemizde durum daha da bulanıktır. 1970 buğday üretimimiz 10 milyon tondur. Bununla topraktan 120000 ton  $P_2O_5$  sömürülmüş olmaktadır. Aynı yıl tüm  $P_2O_5$  tüketimimiz ise 169489 tondur.

#### E. FOSFOR İHTİYACININ GİDERİLMESİ - FOSFORLU GÜBRELER

1 — İhtiyacın Giderilmesinde Kullanılan Fosforlu Gübreler, Uygulama Tarz ve Yolları :

Topraktaki fosfor açlığını gidermek veya bitkilerin fosfor ihtiyacını karşılamak üzere, organik ve inorganik tabiatlı fosforlu gübreler kullanılır. Kemik ve türevleri hariç tutulursa, organik tabiatlı gübrelerde fosfor genellikle düşüktür. Kemik ve türevleri ise %

17-30 arasında  $P_2O_5$  kapsarlar (14) (Tablo 9).

İnorganik tabiatlı fosforlu gübrelerin ana materyalini ise fosfatlar teşkil etmektedir.

10 numaralı tabloda, inorganik orijinli olan fosforlu gübreler (Çöktürülmüş kemik hariç) ve fosfor kapsamı görülmektedir (14). Özellikle çok etkili nesne kapsayan gübrelere her gün bir yenisi katılmaktadır.

Pek çok nedenlerle toprağa katılan gübrenin ancak belirli bir miktarından bitki yararlanabilir; bir kısmı bağlanır, bir kısmı ertesi yıllarda yarıyışlı olur, diğer bir kısmı ise yıkanır. Buna karşılık daha önceki yıllarda verilen gübrelerin sonraki tesirleri de o yıl etkisini belirli bir oranda gösterecektir. Gübre verilirken bu durumların hesaba katılması gerekir (14).

İhtiyacın giderilmesinde her şeyden önce ihtiyaç miktarının doğru olarak tayin edilmiş bulunması gerekir. Bunun yanında, bitki çeşidi, kök gelişim alanı, toprağın bağlayıcı, çözücü ve bozucu diğer etkenler, kullanılacak gübre çeşidi, (miktarı ve gübrenin kullanılış tarzı üzerine etki yapmaktadırlar.

Toprağın veya bitkinin gübre ihtiyacı karşılanırken; toprağın bünyesi, yapısı, cinsi ve fosfat kapsamı, toprak işleme tarzı, ziraat sistemi, nem ve sulama durumu, sıcaklık, ürün sayı ve aralığı, topraktaki kil mineraleri miktarı ve cinsi,  $CaCO_3$  ve organik madde kapsamı, bitki cinsi, bitki yaşı, münavebe durumu ve önceki gübrelemeler gibi pek çok faktör göz önünde tutulmalıdır.

Gübreler, cinsine, ziraat sistemine; ihtiyaç derecesine ve ortam koşullarına göre; katı, sıvı, gaz olarak uygulanabilmektedir. Veriliş zamanı bakımından ekimden önce, ekimle birlikte, ekimden sonra kullanılabilir. Toprağa tatbik; yüzeye serpererek, toprağa karıştırarak, sıra kenarlarına, sıra ortalarına> yada belli derinliklere banda verilebilir, is-

TABLO 9

Organik Tabiatlı Bazı Fosfor Kaynaklarının Fosfor Kapsamları

Çeşidi	Fosfor kapsamı $P_2O_5$ (%)
Bitkisel Olanlar	
Buğday kepeği	2.69
Pamuk çekirdeği küspesi	3.05
Keten küspesi	1.62
Susam küspesi	3.27
Ayçiçeği küspesi	2.15
Haşhaş küspesi	3.17
Ahır gübresi (Kuru toz)	1.0- 2.0
Kümes gübresi (Kuru toz)	2.0- 3.0
Gübrelikte	3.0-13.0
Çöplükte	1.0- 3.0
Balık artıkları (Kuru)	4.0- 8.0
Adi kanalizasyon suyu	1.0
Lağım	2.5- 4.0
Kan tozu	0.3- 1.5
Kemik tozu	17.0-30.0
Ham kemik	15.0-20.0
Kaynamış kemik	18.0-22.0
Buharda işlenmiş kemik	20.0 - 24.0
Tutkalı ayrılmış kemik	22.0 - 27.0
Boynuz ve tırnak tozları	5.0- 5.5
Guano	10.0-12.0
Balık guanosu	17.0

tenen derinliğe enjekte edilebilir. Çeşitli uygulamalarla toprağa karıştırıldığı gibi; sulama suyuna katılarak, yapraklara püskürterek yada gövdeye enjekte ederek de kullanılabilir.

TABLO 10  
Fosforlu Gübreler ve  $P_2O_5$  Kapsamları

Çeşidi	Etkili madde kapsamı (%)		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$
<b>Tek. Etkili Nesne Kapsayanlar</b>			
Kaya fosfatı	—	25.0-35.0	—
Adi süperfosfat	—	16.0-20.0	—
Dubl-trabl veya tripl süperfosfat	—	40.0 - 50.0	—
Tomas fosfat	—	5.0-20.0	—
Çöktürülmüş kemik	—	40.0	—
Kalsium metafosfat	—	50.0 - 65.0	—
Kolloidal fosfat	—	18.0-23.0	—
Florsuzlaştırılmış fosfat	—	27.0-33.0	—
Ergitilmiş fosfat	—	Değişik	..
<b>Çok Etkili Nesne Kapsayanlar</b>			
Potasyum metafosfat	60.0	60.0	40.0
Monoamonyum fosfat	11	60	0
Diamonyum fosfat	21	53	0
Amonyaklaştırılmış süperfosfat	3	16	0
Nitratlaştırılmış süperfosfat	5-6	16-17	0
Ammo-Phos A	11	45-48	0
Ammo-Phos B	16,5	20	0
Ammo-Phos-Ko	12	24	12
Nitrophoska	15	30	15
Leunaphos	20	20	0
Leunaphoska	10	10	13

## 2 — Fosforlu Gübre Tüketimi :

Belli başlı ülkelerin fosforlu gübre tüketimleri il numaralı tabloda toplanmıştır (3)

Tabloda görüldüğü gibi, Türkiye geniş arazisine rağmen, tüm fosforlu gübre tüketimi bakımından; Çekoslovakya, Yeni Zelanda, Güney-Afrika ve Bulgaristandan da sonra gelmektedir.

Türkiye'de tarımsal nüfusun çokluğu ve ekili alanların genişliği göz önüne alınırsa, tarımda birey başına fosforlu gübre kullanma ve işlenen alanda hektar başına tüketim olarak daha da gerilerde kaldığımız kendiliğinden anlaşılır. (Tablo 12).

Tabloda görüldüğü gibi 1965 sayımı sonuçlarına göre (31) Suudî Arabistan dahî

birim araziye bizim 3 katımız gübre kullanmakta, Lübnan'da bu değer 8, Yunanistan'da 11 katımıza çıkmaktadır. Benzer durumları 1967 yılı istatistiklerinde de görmek mümkündür.

## 3 — Fosforlu Gübre Üretimi :

Fosforlu gübre üretiminde üzgünüz ki, tüketimden de geri kalmış bulunmaktayız. Bu nedenle, talebi karşılamak üzere, her yıl önemli oranda döviz kullanmak zorunda kalmaktayız. I

Dahilde ürettiğimiz fosforlu gübrelerin ana ham maddesi olan fosfat ve sülfürik asit temini ise, başlı başına bir sorun olmaktadır.

TABLO 11

## Bellibaşlı Ülkelerde Fosforlu Gübre Tüketimi ve Üretimi (100)

Ülke	Tüketim. (100 Ton P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )			Üretim (1000 Ton P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		
	67/68	68/69	69/70	67/68	68/69	69/70
A.B.D.	40400	41688	41774	4992	4552	4721
Rusya	16970	17480	19160	1867	1934	2071
Fransa	15052	15874	16812	1309	1374	1400
Batı Almanya	7879	7810	8566	834	905	914
Japonya	6653	6970	6894	710	763	745
İngiltere K.	4643	4470	4604	430	436	433
Hindistan	4382	2960	3150	207	213	224
Kanada	3789	3800	3200	489	510	450
İtalya	4645	4700	4862	553	554	540
Avustralya	8800	8900	8300	960	952	792
İspanya	3505	3891	4065	328	357	375
Bulgaristan	2604	2920	2560	—	—	—
Brezilya	1658	2141	2366	—	—	—
<b>Türkiye</b>	1322	1817	2006	35	46	44
Yugoslavya	1775	1594	1827	—	—	—
Macaristan	1580	1762	1820	—	—	—
Romanya	1352	1405	1800	165	182	221
Belçika	1280	1300	1560	501	571	616
İsveç	1288	1394	1392	—	—	—
Danimarka	1197	1240	1273	—	—	—
Avusturya	1314	1136	1191	—	—	—
Meksika	1100	1221	1188	—	—	—
Yunanistan	1051	1165	1146	—	—	—
Hollanda	1057	1039	1076	251	273	275
Pakistan	432	528	500	—	—	—
DÜNYA	166187	172758	179454	17206	17466	18161

TABLO 12  
Çeşitli Ülkelerde Tarımsal Birim Alana ve Tarımda Kişi Başına İsbet Eden  
P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Miktarları

Ülkeler	Tarımsal nüfus (Milyon)	İşlenen alan (1000Ha)	Tüm gübre tüketimi (kg/Dö.)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tüketimi (1000 ton)	Tarımda P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kişiyeye (kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> tüketimi Alana (kg/Dö)
<b>Ortak Pazar</b>							
B. Almanya	4.55	8179	34.3	34.3	857	188.4	10.48
Belçika	0.58	1646	47.4	52.9	156	26.9	9.48
Fransa	7.66	19816	13.1	13.6	1681	219.5	8.48
Lüksemburg	—	135	14.2	14.0	7	—	5.19
Hollanda	—	2260	24.0	25.5	108	—	4.78
İtalya	12.40	15195	7.0	7-4	486	39.2	3.20
<b>Diğer ülkeler</b>							
Japonya	23.69	5684	32.1	38.4	689	29.1	12.12
İsrail	0.31	411	10.0	11.3	14	45.2	3.41
A.B.D.	11.70	176440	6.4	7.7	4177	357.0	2.37
Kanada	1.77	43404	1.3	2.0	320	180.8	0.74
S. Arabistan	3.10	373	1.8	2.7	3	9.7	0.80
<b>Sınır ülkeleri</b>							
Bulgaristan	3.69	4558	6.2	10.5	256	69.4	5.62
Yunanistan	4.59	3851	6.5	7.1	115	25.1	2.99
Rusya	73.27	224300	2.3	2.9	1916	26.1	0.85
Iran	12.19	11593	0.1	—	30	2.5	0.26
Suriye	2.88	5861	0.3	0.4	8	2.8	0.14
Irak	3.69	7496	0.1	0.1	4	1.0	0.05
Türkiye	22.72	27753	0.6	1.1	201	8.8	0.72
DÜNYA	1745.00	1406000	2.8	3.4	17945	10.3	1.28

TABLO 13

Türkiye ve Yunanistan'ın Son Yıllardaki Gübre İthalatları (Milyon \$ olarak)

Yıllar	1964	1965	1966	1967	/1968	1969
Türkiye'nin gübre ithalatı						
Kaba	1.31	1.31	1.91	1.54	1.84	1.81
İşlenmiş	4.60	17.83	28.16	37.09	47.69	52.41
Toplam	5.91	19.14	30.07	38.63	49.53	54.22
Yunanistan'ın gübre ithalatı						
Kaba		.04	.26	2.00	3.31	1.53
İşlenmiş	21.57	21.64	14.68	13.40	6.32	7.34
Toplam	21.57	21.68	14.94	15.40	9.63	8.87

Belli başlı ülkelerde fosforlu gübre üretimi 11 numaralı tabloda gösterilmiştir (3).

Tabloda görüldüğü gibi üretimde diğer ülkelerin çok gerilerinde kalmaktayız. Bunun sonucu olarak, gübre ithalatına ödediğimiz döviz miktarı 1969 yılında 1.81 milyon hammadde, 52.41 milyon işlenmiş gübre (olmak üzere 54.22 milyon doları bulmuştur.

Sorunun çözümü için üretimin mümkün olan hızla artırılması ve tüketimi karşılayacak seviyeye çıkarılması gerekmektedir.

13 numaralı tabloda ise ülkemizde son yıllarda gübre ithalatı için ödenen para Yunanistan'la mukayeseli olarak verilmiştir (1).

Görüldüğü gibi Yunanistan'da dahi gübre ithali için ödenen döviz yıldan yıla azalarak sembolik bir seviyeye düştüğü halde, bizde artış devam etmekte ve buna rağmen talep karşılanamamaktadır.

#### F. TALEP PROJEKSİYONU

Türkiye'de bugünkü hayat standardının gayet düşük olduğu ve nüfusun büyük bir kısmının yarı aç bulunduğu hepimizce bilinmektedir. Şüphesiz, bunu önlemek ve ulusumuzu açlıktan kurtarmak ilk ödevimiz olmaktadır. Ancak, yılda bugün için 1 milyon dolayında artan, ileride bu artış hızı daha da büyüyecek olan, fazla nüfusu beslemek bundan da önemli bir sorun olmaktadır.

Nüfusda >% 2.5 luk çoğalma hızının değişmeyeceği öngörülürse, 1970 de 35.2 milyon olan nüfusumuz, 1975 de 40.0; 1980 de 45.3; 1985de 51.5; 1990da 58.5; 1995de 66.4; 2000 yılında 75.3 milyona erişecektir. Görüldüğü gibi 30 yılda nüfus artışı iki katından fazla olmaktadır (Tablo 14).

Beslenme derecesi ve hayat standardının değişmeyeceği ve sınırları zorlanmış ürün alınan alanların sabit kalacağı öngörülerek hazırlanan 18 numaralı tabloda artan nüfusumuzu besleyebilmek için her yıl verimde sağlamamız gereken artış, ve bunu sağlayabilmek için gereken gübre miktarı, buğday esas alınarak ve sayışmada : FAQ 1967/68 yılı kayıtlarını esas alarak, gübre-verim ilişkisinde daha önce bulduğumuz :

Buğday verimi (kg/Dö.)

$$= 53.8 \sqrt{\frac{\text{Ticaret gübresi etkili madde tutarı}}{\text{é /Ticaret gübresi etkili}} + 56.0$$

= 53.8 V madde tutarı -j- 56.0 denklemleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Tabloda görüldüğü gibi artan nüfusu besleyebilmek için, bugün dönüme 115 kg dolayında olan verimi, 1980 de 155; 1990 de 199 ve 2000 yılında 225 kg'a çıkarmamız zorunlu olmaktadır.

Bunun için, bugün dönüme 1.0 kg dolayında olan, dönüme gübreleme ile katılan etkili madde miktarları toplamını, 1980 de



TABLO 14

(Ürün alınan alan 27.33 milyon Ha)

Yıl	Nüfus (Mil.)	Verim (kg/DÖ)	Gerekli gübre etkili maddesi (kg/Dö)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ihtiyacı (Ton)	Fosfat ihtiyacı (1000 Ton)	
			Tüm	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		% 20 lik	i.% 30 luk
1970	35.2	121	1.46	0.73	199509	998	668
1971	36.1	124	1.59	0.80	218640	1093	732
1972	37.0	127	1.74	0.87	237771	1189	796
1973	38.0	130	1.90	0.95	259635	1298	869
1974	39.0	133	2.04	1.02	278766	1394	933
1975	40.0	136	2.22	1.11	303363	1517	1016
1976	41.0	139	2.37	1.19	325227	1626	1089
1977	42.0	143	2.62	1.31	358023	1790	1199
1982	47.7	163	3.96	1.98	541134	2706	1813
1987	54.2	184	5.66	2.83	773439	3867	2590
1992	61.5	209	8.07	4.04	1104132	5521	3699
1997	69.8	237	11.29	5.65	1544145	7721	5173
2000	75.3	255	13.69	6.85	1872105	9361	6271

3.33; 1990 da 7.08; 2000 yılında 13.69 kg'a çıkarmamız gerekmektedir. Pek çok ülke bugün, bizim 2000 yılında kullanmak zorunluğunu belirttiğimiz miktarın kat kat üzerinde gübre kullanmaktadır.

Ülkemizde özellikle son yıllarda, kullanılan ticaret gübrelerinin, etkili madde miktarlarının yarısını fosforlu gübrelerin oluşturduğu ve bu oranın değişmeyeceği öngörülürse 1970 de dönüme 0.73 kg olan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tüketimimiz, 1980 de 1.70; 1990 da 3.54; 2000 yılında 6.85 kg'a çıkması kaçınılmaz olur.

Buna göre 1970 de 200 000 ton dolayında olan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tüketimi, muntazam olarak artışla, 1980de 46410; 1990da 967482; 2000 yılında 1 872 105 tona çıkacaktır.

Bu miktarlar için, gerekli fosfor tutarları ise % 20 ve % 30 etkili madde kapsadığına göre ayrı ayrı verilmiştir.

Kullanılacak fosfor, % 20 etkili madde kapsadığına göre bugün bir milyon ton dolayında olan talep, 1980 de 2.3 milyon; 1990 da 4.8 milyon ve 2000 yılında ise 10 milyon tona yakın olarak 9.4 milyon tona erişecektir. % 30 etkili madde kapsadığına göre ihtiyaç, 1980 de 1.5 milyon ton; 1990 da

3.2 milyon ton; 2000 yılında 6.3 milyon ton fosfat olacaktır.

Bu durumda, yalnız nüfus artışından dolayı kabarcak olan fosfat ihtiyacı 1972 - 1982 yılları arasında % 20 etkili madde kapsadığı zaman 18 milyon ton; % 30 etkili madde kapsadığı zaman 12 milyon ton olmaktadır.

Daha önce de belirttiğimiz gibi, bu rakamlar, hayat standardının sabit kalacağı öngörülerek hazırlanmıştır. Yarı aç olan ve millî geliri gayet düşük bulunan halkımızın bu durumunu sürdürmesine hiçbirimizin gönlü razı olamayacağına göre, plan dönemlerinde öngörülen % 4 ve % 7 kalkınma hızı esas alınarak yapılan sayışimler 15 numaralı tabloda verilmiştir. Bu durumda ihtiyacımız olan gübre miktarı, 14. tabloda belirtilenden çok daha fazla olmakta, 1972-82 yılları arasındaki 10 yıllık dönemde P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ihtiyacı, % 4 üretim artışında 6 milyon, % 7 üretim artışında 16 milyon tona çıkmakta; buna bağlı olarak % 20 lik fosfat ihtiyacı, % 4 üretim artışında 31 milyon ton, % 7 üretim artışında 78 milyon ton; % 30 luk fosfat ihtiyacı, % 4 üretim artışında 21 milyon ton, % 7 üretim artışından 52 milyon ton olmaktadır.

**TABLO 15**  
**Gelecek 10 Yılda, % 4 (a) ve % 7 (b) Üretim Artışı Öngörüldüğüne Göre Gerekli P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**  
**ve Fosfat Miktarları (27 Milyon Ha. İşlenen Alan)**

Yıllar	Verim (kg/Dö.)		Gerekli gübre etkili maddesi (kg/Dö.)				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ihtiyacı (1000 Ton)		Fosfat ihtiyacı (1000 Ton)			
	(a)	(b)	Tüm		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		(a)	(b)	% 20 lik		% 30 luk	
			(a)	(b)	(a)	(b)			(a)	(b)	(a)	(b)
1972	136	157	2.22	3.53	1.11	1.77	299.7	477.9	1499	2390	1004	1601
1973	141	168	2.50	4.33	1.25	2.17	337.5	585.9	1688	2930	1131	1693
1974	147	180	2.92	5.29	1.46	2.65	394.2	715.5	1970	3580	1320	2399
1975	153	193	3.24	6.50	1.62	3.25	437.4	877.5	2187	4390	1465	2941
1976	159	207	3.65	7.90	1.83	3.95	494.1	1066.5	2471	5335	1656	3574
1977	165	221	4.12	9.42	2.06	4.71	556.2	1271.7	2781	6359	1863	4261
1982	201	310	7.29	22.28	3.65	11.14	985.5	3007.8	4928	15039	3302	10076

Tarımda verim, verimde gübreleme, gübrelemede fosforun ve fosforlu gübrelere ise ana materyal olan fosfatın rolü açık olduğuna göre, bu konuda her şeyden önce fosfat sorununu çözmek zorundayız, Bunu yaparken, millî olmağa ve dolayısıyla kendi olanaklarımızı en iyi bir şekilde değerlendirmeye mecbur olduğumuzu unutmamalıyız.

## G. SONUÇ

1. Ülkemizde mal üretiminin 2/3 ü, millî gelirin 1/3 ü, ihracatın 4/5 i, halkımızın 2/3 ünü teşkil eden tarım kesimi tarafından sağlanmaktadır. Bu sebeple üretimin artması, millî gelirin yükselmesi, halkın mutlu kılması, dış ödemeler dengesinin düzelmesi tarım kesimindeki gelişme ile yakından ilgili bulunmaktadır.

2. Ülkemizde işlenen topraklar, doğal sınırları zorlayacak seviyeye çıkarıldığından, tarım kesiminde üretimin artırılması ancak verimin yükseltilmesi ile mümkün olabilecektir. Yarı aç olan halkımızın yeterince beslenmesi ve her yıl nüfusumuza yeniden katılan bir milyon dolayındaki kitlenin yaşayabilmesi için bunu sağlamağa mecbur bulunmaktayız.

3. Tarımda verimin artırılması, verimli çeşitler kullanma, sulama, uygun ziraat tekniği, mekanizasyon, mücadele, yeterli kredi gibi çeşitli tedbirlerin yanında, özellikle, uygun ve dengeli bir besleme ile mümkün olabilmektedir.

4. Tarımın temel ürünü olan bitki, bünyesini oluşturmak için varlığı kaçınılmaz olan 16 elementten 13 ünü topraktan sömürmek zorundadır. Bu elementlerin bitkiler tarafından sömürülebilmesi için toprakta bulunmaları kâfi gelmemekte, diğer etkenlerle birlikte, bitkibesin maddelerinin yeterli ve dengeli bir şekilde ve bitkilere elverişli olarak bulunmaları da gerekmektedir. Bu elementler arasında fosfor müstesna' bir yer işgal etmektedir.

5. Dengesiz nem, fazla  $CaCO_3$ , fazla kil gibi etkenler, yeterli ve dengeli olsa da fosforun bitkilerce sömürülmesini önlediği gibi, aşırı sömürme, yıkanma, erozyon, yetersiz

profil, uygun olmayan bünye ve pH, düşük organik madde gibi yan etkenler bu elementin bitkiler tarafından yeterince sömürülmemesi sonucunu doğurmakta, böylece topraklar fakirleşmekte, verim düşmektedir.

6. Verimi artırmada, bitkibesin maddesi ihtiyacının karşılanması, gübreleme, diğer bütün etkenlere eş olarak % 50 oranında etkili olmaktadır. FAO kayıtlarından yararlanarak yaptığımız korelasyon hesapları, gübrelemeyle verim arasında :

Buğday verimi (kg/Dö) =  
53.8 VGübre etkili maddesi (kg/Dö)+56.0 bağlantısının bulunduğunu göstermiştir. Buna bağlı olarak, tarımsal gayri safi hâsıla ile gübreleme arasında da iyi bir korelasyon bulunmakta ve ilişki :

Buğday verimi (kg/Dö) =

Tarımsal G.S.H. — 5.5

—————şeklinde

0.242

denklereleştirmektedir.

7. Gübreleme konusunda fosfor açlığının giderilmesi en önemli yeri almaktadır. Fosfor, erozyon, yıkanma ve özellikle aşırı sömürme nedenleri ile topraktan uzaklaşmakta ve bitki bu nedenle açlık arazları göstermektedir. Ekonomik bir gübreleme için önce ihtiyacın doğru tâyini gerekmekte, sonra mevcut koşullara en uygun gübreyi sayıştırarak, en uygun miktarda, zamanda ve tarzda uygulamamız icap etmektedir.

8. Fosfor ihtiyacı için ülkemizde kullanılan fosforlu gübre miktarı diğer Ülkelerin yanında cüce kalmakta; bu, verimin düşük olması sonucunu doğurmakta; üretimimiz bundan da düşük olarak tüketimi karşılamamakta ve döviz kaybına sebep olmaktadır.

9. Topraklarımızın ve bitkilerimizin fosfor ihtiyacını temin için her şeyden önce fosforlu gübre üretimini artırmağa ve tüketimi karşılamağa mecburuz.

10. Bunu yapabilmek için fosforlu gübrelere ana ham maddesi olan fosfor sorununu çözmeye mecburuz. Aksi takdirde, tüketimi karşılayacak kuruluşlara sahip olsak

dahi, fosfat yüzünden dışa bağlı kalırız ve geniş çapta döviz kaybına duçar oluruz. Unutmamak gerekir ki, bu ülkenin nüfusunu mevcut standartlara göre besleyebilmek için gelecek 10 yıl içinde ;% 20 etkili madde kapsayan 18 milyon ton, ya da >% 30 etkili madde kapsayan 12 milyon ton fosfata ihtiyaç bulunmaktadır. Üretimde % 4 gelişme öngörülürse, ,% 20 likten 01 milyon ton, % 30 luktan 21 milyon ton; % 7 gelişme öngörülürse, % 20 likten 78 milyon, ,% 30 luktan 52 milyon ton fosfat temini zorunlu olmaktadır.

11. Bu soruna çözüm bulmağa ve bunu yaparken millî olmağa mecburuz. Fosfat ihtiyacını bir an önce, varlığını değerli ilgililerden öğrendiğimiz, kendi kaynaklarımızda karşılamak, ve derhal üretime geçerek tüketimi karşılamak bu konuda tek çıkar yol olmaktadır.

#### REFERANSLAR

1. FAO, Trade yearbook -1970, V. 24, 1971.
2. AYDENİZ, A. : Ekonomimiz ve tarımın yeri, Verimlilik Dergisi. Mart 1972.
3. FAO, Production yearbook -1970, V. 24, 1971.
4. EVLİYA, H. : Kültür bitkilerinin beslenmesi, 1964.
5. BENNET, H. H. ve CHAPLİN, W. R. : Soil erosion a national menace, U.S. Dept. Ag. Circ, 33, 1928.
6. D.I.E., İstatistik cep yıllığı -1969, 1970.
7. FAO, The state food and agriculture -1970.
8. AYDENİZ, A. : Tanmimiziâa verimlilik ve üretim düşüklüğü nedenleri, A. Temel nedenler, Verimlilik Dergisi, Mart 1972.
9. MEYER, B. S., ANDERSON, D. B., ve BÖHNİNG, R. H. : Introduction to plant physiology, 1961.
10. HARDY, R. W. F. ve D'EUSTACHIO, A. J. : Biochemist see new nitrogen fixation path Chemical and Engineering, Nisan -1964.
11. HURWITZ, J. ve FÜRTH, J. J. : Messenger RNA, Scientific lAmerican, 206/2, Şubat-1962.
12. PAZUR, J. H. ve IWEYMOUTH, P. : Laboratory experiments in radioisotopic methods, 1963.
13. PORTER, J. R. : Bacterial Chemistry and physiology, 1948.
14. AYDENİZ, A. : Toprak verimliliğinde sayışım yolları, Z. F. Yayın No : 432, 1970.
15. AYDENİZ, A. : Pamuğun gübrenmesi, (Basılmamış).
16. AYDENİZ, A. : Toprağın fosfor ihtiyacının tayininde kullanılacak yeni bir biyolojik metod, habiltasyon tezi, 1966.
17. CHESNIN, L. ve AYDENİZ, A. : The effect of phosphorus in germination, 1964. (Mimogram).
18. AYDENİZ, A. : Toprak verimliliği alanında radyoizotoplarla yapılan araştırmalar ve bu tekniğin sağladığı faydalar, Z. F. Yayın No : 409, 1970.
19. BUCKMAN, H. O. ve BRODY, N. C, The nature and properties of soils, 1960.
20. Rhodes, Soil Fertility, 1963 (Mimogram).
21. BLACK, C. A. : Soil - plant relationships, 1957.
22. BEAR, F. E. : Chemistry of the soil, 1960.
23. AYDENİZ, A. : CaCO<sub>3</sub> - fosfor ilişkileri, I. kalsium karbonatın fosforun tutulmasındaki rolü, Z. F. Y. 18/3 - 4, 1969.
24. LOW, P. F. and BLACK, C. A. : Reaction of phosphate With kaolinite, SoilSci., 70, 1950.
25. ÜNER, N. : Toprak - su Genel Müdürlüğü'nün politikası, nedir? Toprak - su Genel Md. 1967.
26. AYDENİZ, A. ve TANJU, ö. : Profil derinliğinin toprağın azot, fosfor ve Süreç kapsamı üzerine etkisi, Z. F. Y. 20/1, 1970.
27. U. S. Dept. of Agr. Prewar World production and consumption of plant foods in fertilizers, No : 593, 1946.
28. T. B. P. ve A.D.B., Trends in turkish agriculture, 1968.
29. T. B., P ve E. A. D. B., Tarımsal girdiler ve fiatları . 1960 - 71, 1971.
30. D. I. E. : Tarım istatistikleri özeti -1970, Yayın No : 632, 1971.