

173774

( Doktora )

**İzmir Bölgesi Tarım Topraklarının Fosfor Durumunun  
Radyoizotop Yöntemleriyle Saptanması ve Bunun  
Toprak Özellikleri ile İlişkileri Üzerine Araştırmalar**

**Rafet KILINÇ**

E. Ü. Nükleer Araştırma ve Eğitim  
Enstitüsü Tarım Asistanı

1978 - İZMİR

## İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa</u>
ÇİZELGE LİSTESİ .....	I
ŞEKİL LİSTESİ .....	IV
1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ .....	6
2.1. Toprakların total, inorganik ve organik fosfor kapsamlarına ilişkin araştırmalar .....	6
2.2. Toprakların alınabilir fosfor kapsamlarını belirlemede kullanılan yöntemler ve bölgesel koşullara uygun kimyasal yöntem seçimine ilişkin araştırmalar .....	8
2.3. Fosforun toprak tarafından tutulması ve bunu etkileyen etmenlere ilişkin araştırmalar .....	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	26
3.1. MATERYAL .....	26
3.1.1. Araştırma alanı ve özellikleri .....	26
3.1.2. Toprakların alındıkları yerler ve örneklerle ilişkin bilgiler .....	28
3.2. YÖNTEM .....	32
3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanmasında uygulanan yöntemler .....	34
3.2.2. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler .....	35
3.2.3. Toprakların alınabilir fosfor kapsamlarının belirlenmesinde uygulanan yöntemler..	36
3.2.4. Sera denemesi yöntemi .....	39
3.2.5. Bitki analiz yöntemleri .....	40
3.2.6. L değeri yöntemi .....	41
3.2.7. Toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler .....	42

	<u>Sayfa</u>
3.2.8. İstatistik yöntemler .....	43
3.2.9. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	43
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI .....	48
4.1. İzmir ili tarım topraklarının total, inorganik ve organik fosfor durumu ve bunların toprak özellikleri ile ilişkileri .....	48
4.1.1. İzmir topraklarının total, inorganik ve organik fosfor durumu .....	48
4.1.2. Total, inorganik ve organik fosfor miktarlarının toprak özellikleriyle ilişkileri .....	51
4.2. Sera denemesi sonuçları ve elde edilen biyolojik veriler .....	52
4.2.1. Gübre dozlarına bağımlı olarak sağlanan ürün artışları .....	52
4.2.2. Uygulanan gübre dozlarına bağımlı olarak yulaf bitkisinin total P ve % P kapsam- larında sağlanan artışlar .....	63
4.2.3. Yulaf bitkisinin topraktan aldığı fosfor miktarları ve uygulanan fosforlu gübre- den yararlanma oranları .....	68
4.2.4. L değeri sonuçları .....	71
4.3. İzmir topraklarında değişik kimyasal yöntemler- le saptanan alınabilir fosfor sonuçları .....	77
4.4. İzmir topraklarının alınabilir fosfor kapsam- larını belirlemede kullanılabilecek en uygun kimyasal yöntemlerin seçimi .....	80
4.4.1. Topraklar arasında, toprak özelliklerine göre ayırım yapılmaksızın en uygun sonuç veren yöntemlerin saptanması .....	81

4.4.2. İzmir ili alkali tepkimeli (pH > 7) topraklarına uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin saptanması .....	85
4.4.3. İzmir ili asit tepkimeli (pH < 7) topraklarına uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin saptanması .....	86
4.4.4. CaCO <sub>3</sub> kapsamaları % 2,5'dan düşük bulunan kireçsiz topraklara uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin saptanması .....	89
4.4.5. CaCO <sub>3</sub> kapsamaları % 2,5 ile % 10 arasında bulunan kireçli topraklara uygulanabile- cek kimyasal yöntemlerin saptanması ....	89
4.4.6. CaCO <sub>3</sub> kapsamaları % 10'dan yüksek olan kireççe çok zengin topraklara uygulanabi- lecek kimyasal yöntemlerin saptanması ...	90
4.5. İzmir ili tarım topraklarının fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasiteleri ve bunları etkileyen etmenler .....	93
4.5.1. İzmir topraklarında fosfor adsorpsiyonu ve fosfor fiksasyonu .....	93
4.5.2. İzmir ili tarım topraklarında fosfor adsorpsiyonu ve fosfor fiksasyonunu etkileyen toprak özellikleri .....	103
4.5.3. Adsorpsiyon ve fiksasyon üzerine toprak özelliklerinin ortak etkileri .....	105
5. TARTIŞMA .....	107
5.1. İzmir topraklarının total, inorganik ve organik fosfor durumunun tartışması .....	107
5.2. Sera denemesi sonuçlarının tartışması .....	110
5.3. İzmir topraklarının değişik yöntemlerle saptanan alınabilir fosfor durumunun tartışması .....	113



	<u>Sayfa</u>
5.4. İzmir topraklarının alınabilir fosfor kapsam- larının belirlenmesinde en uygun sonuç veren yöntemlerin tartışması .....	118
5.5. İzmir topraklarının fosfor adsorpsiyon ve fosfor fiksasyon kapasiteleri ve bunları etkileyen etmenlerin tartışması .....	122
ÖZET .....	128
SUMMARY .....	133
LİTERATÜR .....	137



ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
1	Alınabilir fosfor belirlenmesinde en çok kullanılan kimyasal yöntemler .....	9
2	İzmir ilinde 32 yıllık meteorolojik gözlemler .....	27
3	Araştırmada uygulanan fosfor belirleme yöntemleri .....	38
4	İzmir ili tarım topraklarının bazı önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri .....	44
5	İzmir ili tarım topraklarının total, inorganik ve organik fosfor miktarları .....	49
6	İzmir ili tarım topraklarının total, inorganik ve organik fosfor miktarlarının toprak özellikleri ile ilişkileri .....	52
7	Serada yetiştirilen yulaf bitkisinden sağlanan ürün, tanığa oranla sağlanan ürün artışları ve oransal ürün miktarları .....	54
8	İzmir ili tarım toprakları üzerinde yetiştirilen yulaf bitkisinin ürün, total P ve % P kapsamlarına ilişkin varyans analizi sonuçları .....	56
9	Serada yetiştirilen yulaf bitkisinin ürün miktarı, total P ve % P kapsamlarının L.S.D. testine göre gruplandırılmış ortalamaları...	56
10	Sera denemesinden elde edilen biyolojik verilerin birbirleriyle ilişkileri .....	58
11	Serada yetiştirilen yulaf bitkisinde saptanan total P, oransal total P ve tanığa oranla sağlanan artışlar .....	64
12	Serada yetiştirilen yulaf bitkisinin % P kapsamı ve tanığa oranla sağlanan artışlar .....	66

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
13	Serada yetiştirilen yulaf bitkisinde gübre dozlarına bağımlı olarak saptanan gübreden yararlanma oranları, topraktan alınan fosfor miktarları ve L değerleri .....	72
14	İzmir ili tarım topraklarında değişik kimyasal yöntemlerle saptanan alınabilir fosfor miktarları (ppm) .....	78
15	Topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmaksızın kimyasal yöntemlerin L değeri ve biyolojik verilerle gösterdikleri lineer korelasyon katsayıları .....	83
16	İzmir ili tarım topraklarını asit ( $\text{pH} < 7$ ) ve alkali ( $\text{pH} > 7$ ) olmak üzere gruplandırarak yapılan hesaplamalarda kimyasal yöntemlerin L değeri ve biyolojik verilerle gösterdikleri lineer korelasyon katsayıları .....	87
17	İzmir ili tarım topraklarını $\text{CaCO}_3$ kapsamalarına göre gruplandırarak yapılan hesaplamalarda kimyasal yöntemlerin L değeri ve biyolojik verilerle gösterdikleri lineer korelasyon katsayıları .....	91
18	İzmir ili tarım topraklarınınin değişik zaman aralıklarında adsorbe ettikleri fosfor miktarları .....	95
19	İzmir ili tarım topraklarınınin değişik zaman aralıklarında adsorbe ve fikse ettikleri fosfor miktarları .....	98
20	İzmir ili tarım topraklarında % adsorpsiyon ve % fiksasyon üzerine toprakların ve zamanın etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları...	101
21	L.S.D. testine göre gruplandırılmış % adsorpsiyon ve % fiksasyon ortalamaları .....	101

Çizelge

Sayfa

22	İzmir tarım topraklarında adsorpsiyon ve fiksasyonun toprak özellikleriyle ilişkileri .....	104
23	İzmir topraklarında adsorpsiyon ve fiksasyon üzerine toprak özelliklerinin ortak etkileri..	106
24	İzmir topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin birbiriyle ilişkileri .....	110



ŞEKİL LİSTESİ

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
1	Toprak örneklerinin alındıkları yerler .....	29
2	İzmir topraklarında tanığa oranla sağlanan ürün artışlarının L degeriyle ilişkisi .....	59
3	Oransal ürün miktarlarının L degeriyle ilişkisi .....	59
4	İzmir topraklarında tanığa oranla sağlanan ürün artışlarının ortalama total P artışlarıyla ilişkisi .....	68
5	Total P artışlarının bitkilerin % P kapsamında sağlanan ortalama artışlarla ilişkisi..	68
6	Gübrelenmemiş saksılardan bitkilerin aldığı fosfor miktarlarının ( $P_0$ ) L degeriyle ilişkisi .....	76
7	Ortalama total P artışlarının L degeriyle ilişkisi .....	76
8	Topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmaksızın Kacar yöntemiyle ölçülen P miktarlarının L degeriyle ilişkisi .....	84
9	Topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmaksızın Bingham yöntemiyle ölçülen fosfor miktarlarının L degeriyle ilişkisi .....	84
10	Alkali tepkimeli topraklarda Olsen ve arkadaşları yöntemiyle ölçülen fosfor miktarlarının L degeriyle ilişkisi .....	88
11	Asit tepkimeli topraklarda Bray-Kurtz No. 2 yöntemiyle ölçülen fosfor miktarının L degeriyle ilişkisi .....	88
12	% 2,5'tan az $CaCO_3$ içeren topraklarda Kacar yöntemiyle ölçülen fosfor miktarlarının L degeriyle ilişkisi .....	92

<u>Şekil</u>		<u>Sayfa</u>
13	% 2,5-10 kireç kapsayan topraklarda Olsen ve arkadaşları yöntemiyle ölçülen P miktarlarının L değeriyle ilişkisi .....	92
14	İzmir topraklarında adsorpsiyon ve fiksasyonun zamana bağlı olarak değişimi .....	102



## 1. G İ R İ Ő

Çağımızda hızla gelişen bilimsel ve ekonomik sorunlar, bütün bilim dallarına olduğu gibi, tarıma da büyük sorumluluklar yüklemektedir. Tarımın bu yöndeki sorumluluğu, sürekli olarak çoğalan insanların beslenme gereksinimlerini karşılamak şeklinde özetlenebilir. Söz konusu sorunun çözümü için tarımın önünde bulunan en etkin yol, birim alandan alınan ürünü arttırmak ve kaliteyi yükseltmektir. Ürün ve kalitenin arttırılması ise gübrelemeyi de içeren bir dizi önlem ve araştırmaya başvurmakla sağlanabilir. Bu amaca yönelik çalışmalar içerisinde fosforlu gübrelemenin özel bir yeri vardır. Çünkü fosfor verim ve kaliteyi birinci derecede etkileyen bir besin elementidir. Bundan başka bitkinin bu besin elementinden yararlanma yeteneğinin düşük olması, topraklarda, özellikle yurdumuz topraklarında noksan bulunması ve toprak öğeleri tarafından bağlanarak bitkinin yararlanamayacağı formlara dönüşmesi, fosforlu gübrelemeye özen gösterilmesinin başlıca nedenleri olarak sayılabilirler.

Fosforun değinilen nitelikleri göz önüne alındığında üreticiye dönük gübreleme çalışmalarını 2 aşamada yürütmek gereği ortaya çıkmaktadır.

1- Toprağın bitki tarafından alınabilir fosfor kapsamını doğru olarak belirlemek ve bitkinin fosfor gereksinmesini de göz önüne alarak, topraklara uygulanacak fosforlu gübre miktarını saptamak.

2- Topraklara uygulanacak fosforlu gübrelerden bitkinin gereği gibi yararlanmasını sağlayacak koşulları hazırlamak ve gerekli önlemleri almak.

1. aşamada, toprağın alınabilir fosfor kapsamını belirlemek amacıyla değişik yöntemler uygulanmaktadır. Bunlardan kimyasal yöntemler, toprağın bir kimyasal çözücüyle belirli bir süre çalkalanarak çözücüye geçen fosfor miktarınının saptanması ilkesine dayanır. Biyolojik yöntemlerde ise fosfor kapsamı be-

lirlenmek istenen toprak üzerinde bitki yetiştirilir ve bitkide bulunan fosfor miktarları saptanarak toprağın bitkiye yararlı fosfor kapsamı hakkında yargıya varılır. Biyolojik yöntemler araç olarak bitkiyi kullandıklarından kuşkusuz çok daha tutarlı ve gerçeğe yakın sonuçlar verirler. Çünkü, kimyasal bir maddenin fosforu çözebilme etkinliğiyle bitki köklerinin topraktan fosforu alabilme yeteneği arasında önemli farklılıklar vardır. Biyolojik yöntemlerin gerçeğe çok yakın sonuç vermelerine karşılık, uygulanmalarının uzun zaman alması, daha çok harcama ve iş gücü gerektirmeleri gibi nedenlerle gübre önerilerine temel olacak günlük analizlerde kullanılma olanakları yoktur. Kimyasal yöntemler ise kısa zamanda, ucuz ve kolay sonuç verirler.

Bu açıklamalardan da anlaşıldığı gibi, üreticiye dönük fosfor belirleme çalışmalarında kimyasal yöntemlerin kullanılması zorunlu olmaktadır. Burada karşılaşılan sorun, bu amaçla hangi kimyasal yöntemin uygulanacağını saptamaktır. Çünkü bugün dünyada, çözücüleri ve çalkalama süreleri farklı, değişik iklim ve kültür koşullarında geliştirilmiş 100'ü aşkın kimyasal yöntem uygulanmaktadır. Bunlardan hangi yöntem veya yöntemler yöresel iklim, kültür ve toprak koşullarımızda biyolojik yöntemlere en yakın sonuç vermektedir? Diğer bir deyimle, hangi kimyasal yöntem yöresel koşullarımızda bitkinin alabildiği fosfor miktarlarına uygun miktarlarda fosforu topraktan çözebilmektedir? Bu sorunun bilimsel anlamda çözümü için izlenen yol, yöresel koşullarda uygulanan biyolojik yöntemlerden biri veya birkaçı ile elde edilen sonuçların ve biyolojik verilerin, kimyasal yöntemlerle saptanan alınabilir fosfor miktarlarıyla karşılaştırılmasıdır. Böylece biyolojik yöntemlere en uygun sonuç veren kimyasal yöntemler, bölge toprakları üzerinde yapılacak gübreleme çalışmalarında başarıyla kullanılabilme niteliği kazanırlar. Bu bilimsel seçim yapılmadan toprakların alınabilir fosfor kapsamlarını kısa



zamanda ve doğru olarak belirleme olanagı yoktur. Gelişigüzel seçilmiş yöntemlerle üreticiye gübre önerisinde bulunmak, hem gübre parası, hem de ürün kaybı yönünden büyük ekonomik kayıplara neden olabilir. Bu da gübreleme çalışmalarının daha birinci aşamada başarısızlığa uğraması demektir.

Topragın alınabilir fosfor kapsamının kaynagını, toprakta bulunan organik ve inorganik fosfor bileşikleri oluşturur. Bunların toplamıyla topraktan alınabilir fosfor kapsamı arasında genellikle doğrudan doğruya bir uyarlık bulunmamakla beraber, organik ve inorganik fosfor miktarları toprağın fosfor verimini ortaya koyan önemli ölçütlerdir. Bölgesel koşullarda toprakların fosfor durumları incelenirken, total ve organik fosfor miktarının da saptanması ve bunların toprak özellikleri ile ilişkilerinin araştırılması toprak verimliliği yönünden önem taşımaktadır.

Diğer yandan, toprağın alınabilir fosfor kapsamının doğru olarak belirlenmesi ve bu ölçüğe göre topraklara gübre verilmesi, gübrelemeden beklenen amacın sağlanmasına yetmeyebilir. Fosforlu gübre çalışmalarının 2. aşamasında bitkilerin fosforlu gübrelerden en etkin biçimde yararlanmasını sağlayacak önlemlerin alınması gerekir. Çünkü fosforun, toprak öğeleriyle bitki beslenmesini sınırlayan önemli girişimleri vardır. Bu girişimler sonucunda fosfor, bitki tarafından alınamaz formlara dönüşür ve bitki, uygulanan fosforlu gübrelerden gereği gibi yararlanamaz. Fosforun toprak tarafından tutulması üzerine etkili olan etmenlerin türü ve niteliği, yöresel iklim ve kültür koşullarına, toprak yapısına, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre değişmektedir. Bu nedenle, bölgesel koşullarda yapılan araştırmalarla toprakların fosfor fiksasyon kapasitelerinin saptanması ve bunun toprak özellikleriyle ilişkilerinin incelenmesi, bitkinin bu besin elementinden etkin biçimde yararlanmasını sağlayacak önlemleri ortaya koymak bakımından büyük önem taşımakta-

dır. Bunun yanında, topraklara uygulanacak fosforlu gübre miktarları saptanırken fosfor fiksasyon kapasitelerinin bilinmesi kesinlikle gereklidir.

Buraya kadar değinilen sorunların uygulamalı tarım yönünden önemi göz önüne alınarak gerek dünyada, gerekse yurdumuzda bu konularda oldukça yoğun çalışmalar yapılmıştır.

Özellikle yurdumuz topraklarının alınabilir fosfor yönünden yoksul olduğu görüşüne dayanarak Ege bölgesi dışında kalan tüm coğrafi bölgelerimizin fosfor durumları incelenmiştir. Ancak, Ege'nin farklı ekolojik koşullara sahip bir bölge olması nedeniyle bu tür araştırmalarda bölgenin tüm olarak ele alınmasına olanak yoktur. Bu yüzden araştırmamızda tek düze ekolojik koşullar gösteren İzmir ili ayrı bir bölge olarak ele alınmıştır. Bu araştırmanın İzmir ili toprakları üzerinde yapılmasını gerektiren diğer nedenler ise şöyle özetlenebilir.

İzmir ili yöresel tarım ürünleriyle ulusal ekonomimizde önemli bir yer tutar. Dış ülkelere satılan tarım ürünlerimizin temelini oluşturan pamuk, tütün, incir, üzüm, narenciye gibi ürünler yanında, çeşitli meyva ve sebzeler, tahıllar, baklagiller, yağ ve yumru bitkileri İzmir ili topraklarında yaygın biçimde yetiştirilmektedirler.

Araştırma kapsamına giren toprakların bu tarımsal etkinliği, 92.212 çiftçi ailesinin geçimini sağlamaktadır (Köy Envanter Raporu, 1971). Bölgede tüm tarım örgütleri çalışmalarını sürdürmekte ve üretimi arttırmak amacıyla çaba göstermektedirler. Toprak-Su örgütü, bölge topraklarının etüdünü tamamlamış ve toprak envanter raporu yayınlanmıştır. Bölgede tarımsal uğraş veren üreticiler mineral gübrelerin önemini kavramış durumda olup, tarım örgütlerinin gübre önerilerine göre gübreleme yapmak ve ekonomik sonuç almak eğilimindedirler. Ayrıca İzmir'de mineral gübrelerin sağlanması ve ulaştırılması kolaydır.

Bütün bu olumlu koşullar içerisinde, İzmir topraklarına uygulanacak fosforlu gübre miktarlarının, doğru ve bilimsel verilere dayanılarak saptanmış kimyasal yöntemlerle belirlenmesi bölgenin önemli bir tarım sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla bütünleşen diğer bölgesel sorun ise, toprakların fosfor fiksasyon kapasitelerinin ve bunlara etki eden etmenlerin bilinmesidir. İzmir ili tarım topraklarının fosfor durumunu incelemeyi ve bölgenin fosforlu gübreleme politikasına ışık tutacak bazı bilimsel verileri ortaya koymayı amaç edinen bu araştırma, buraya kadar değinilen bölgesel sorunların çözümüne yönelik çalışmaları kapsamaktadır. Amacın sağlanması için söz konusu çalışmalar 3 bölümde yürütülmüştür.

1. İzmir ili tarım topraklarının total, inorganik ve organik, fosfor durumu ve toprak özellikleriyle ilişkileri.
2. Bölge topraklarının alınabilir fosfor durumu ve yöresel koşullarda en iyi sonuç veren kimyasal yöntemlerin saptanması.
3. Toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasiteleri ve bunları etkileyen etmenler.

Araştırılan bu konuların çözüme ulaştırılması için güvenilir sonuç veren radyoizotop yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bölge koşullarına uygun yöntemlerin saptanmasında, kimyasal yöntemlerin verdiği sonuçlar, bir yandan standart biyolojik yöntem olarak alınan L değeri sonuçlarıyla, diğer yandan sera denemesinden elde edilen biyolojik verilerle karşılaştırılarak yargıya varılmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

### 2.1. Toprakların total, inorganik ve organik fosfor kapsamlarına ilişkin araştırmalar:

Fosfor topraklarda genellikle düşük miktarlarda bulunan bir elementtir. Lawton (1960), toprakların total fosfor içeriklerinin % 0,05-0,25 arasında değişim gösterdiğini bildirmekle beraber bu konuda yapılan araştırmalar, topraklarda saptanan fosfor miktarları arasında bölgesel koşullara bağımlı olarak önemli farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur.

Black (1957), A.B.D. topraklarının fosfor durumunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmalara gore, ülkenin güney kesimlerinde total fosfor miktarlarının % 0,022-0,087, kuzey kesimlerinde ise % 0,087-0,13 arasında değiştiğini yazmaktadır.

Raychaudhuri ve Datta(1964), Hindistan'ın Assam bölgesi topraklarında  $P_2O_5$  olarak % 0,04-0,28, Bengal topraklarında ise % 0,03-0,26 oranında total fosfor saptadığını, fakat söz konusu toprakların çoğunluğunda total fosfor miktarlarının % 0,1 dolaylarında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Nigro (1967), İtalya'nın Lazio bölgesinde organik fosfor miktarlarının  $P_2O_5$  olarak 217-712 ppm arasında bulunduğunu ve bu miktarların total fosforun % 9-42'sini oluşturduğunu rapor etmiştir. Aynı araştırmada organik fosforun topraklarda bulunan karbon, azot ve silt ile güvenilir ilişkiler verdiği belirtilmiştir.

Omotoso (1971), Güney Nijerya'nın 10 toprak serisinden alınan 23 toprak rneği üzerinde yaptığını araştırmada, organik fosfor miktarlarının 100 gr toprakta 12-44,5 mg olarak saptadığını ve bu miktarların total fosforun % 21-74'unu oluşturduğunu izlemiştir. zerinde tarım yapılan toprakların tarım yapılmayanlara oranla daha az organik fosfor içerdiği bildirilen alış-

mada, Kakao bitkisinin ürün verimiyle organik fosfor arasında pozitif bir korelasyon bulunduğu ileri sürülmüştür.

Bhan ve Tripathi (1973), Hindistan'ın Uttar Pradesh bölgesi topraklarında açılan 12 toprak profilinin total ve alınabilir fosfor durumunu incelemişlerdir. Sonuçlara göre, toprakların total fosfor içerikleri % 0,01-0,076 arasında bulunmuş ve ortalamanın % 0,035 olduğu açıklanmıştır. Total fosforla alınabilir fosfor arasında güvenilir bir uyarlık ( $r=0,358$ ) olduğu savunulan araştırmada derinlik arttıkça fosfor miktarlarının azaldığı gözlenmiştir.

Yurdumuz topraklarının total, inorganik ve organik fosfor kapsamı üzerinde yapılan çalışmalar oldukça yenidir.

Kacar (1964), Çukurova topraklarının fosfor durumunu incelemek amacıyla yaptığı araştırmada, bölge topraklarının 292,2-750 ppm total fosfor kapsadıklarını, ortalamanın 518,4 ppm olduğunu bulmuştur. Bu miktarların ortalama olarak % 14,1'i organik formda bulunmaktadır. Çukurova topraklarında organik fosfor miktarlarının genellikle düşük olduğu yargısına varılan araştırmada, bunun nedeni bölgenin sıcak bir iklime sahip olmasıyla açıklanmıştır.

Güzel (1974), Ege bölgesinin farklı toprak gruplarında açtığı 6 toprak profilinde, total fosfor miktarlarının 10 cm derinlikte 365-740 ppm, 10-27 cm derinlikte ise 275-575 ppm arasında değişim gösterdiğini ve bölge topraklarında organik fosforun inorganik fosfora oranla oldukça düşük bulunduğunu saptamıştır.

Saatçi ve arkadaşları (1977), Muğla ili tarım topraklarının 100-1900 ppm total fosfor içerdiklerini, buna karşılık organik formdaki fosfor miktarlarının 50-410 ppm değerleri arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Organik fosfor miktarlarının total fosforun ortalama % 29,8'ini oluşturduğu açıklanan

araştırmada, organik fosforun pH, organik madde, total azot ve toprakların kil kapsamlarıyla ilişkileri güvenilir bulunmuştur.

Kacar ve Kovancı (1977), Türkiye topraklarının total fosfor içeriklerinin genellikle yüksek olduğunu ve bölgelere göre en yüksek total fosfor miktarlarının Çarşamba ovası topraklarında saptandığını bildirmişlerdir.

2.2. Toprakların alınabilir fosfor kapsamlarını belirlemede kullanılan yöntemler ve bölgesel koşullara uygun kimyasal yöntemlerin seçimine ilişkin araştırmalar:

Nelson ve arkadaşları (1953) tarafından yapılan sınıflamaya göre, toprakların alınabilir fosfor kapsamlarını belirlemede kullanılan yöntemler,

1. Kimyasal yöntemler
2. Biyolojik yöntemler

olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır. Bunlardan kimyasal yöntemleri kullanılan çözücülerin niteliklerine göre 4 bölümde toplamak olanakı vardır.

- 1- Çözücüsü saf su olan yöntemler
- 2- Çözücüsü CO<sub>2</sub> ile doyurulmuş su olan yöntemler
- 3- Çözücüsü asit, baz, tuz ve tampon çözelti olan yöntemler
- 4- Elektrodializ ve iyon değiştirici yöntemleri.

Bu bölümler içinde yer alan çok sayıda kimyasal yöntem geliştirilmiş olup, bunlardan gerek dünyada, gerekse yurdumuzda en fazla kullanılan kimyasal yöntemler Çizelge. 1'de toplu olarak gösterilmiştir.



Çizelge 1. Alınabilir fosfor belirlenmesinde en çok kullanılan kimyasal yöntemler

Ç Ö Z Ü C Ü	L İ T E R A T Ü R
1- Saf su	Bingham (1949)
2- CO <sub>2</sub> ile doyurulmuş su	Smith (1948), Fuller ve Mc George (1950)
3- Asit, baz, tuz, tampon çözelti	
a) Çözücüsü asit olanlar	
0,3 N HCl	Hellige ve Troug (1947)
0,1 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +0,03 N NH <sub>4</sub> F	Seatz (1949)
0,025 N HCl+0,03 N NH <sub>4</sub> F	Bray ve Kurtz (1945)
0,1 N HCl+0,03 N NH <sub>4</sub> F	Bray ve Kurtz (1945)
0,03 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +0,03 N NH <sub>4</sub> F	Miller ve Axley (1956)
0,01 N HCl	Smith ve arkadaşları (1957)
0,002 N HCl+0,002 N NH <sub>4</sub> F	Baker ve Hall (1967)
0,06 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +0,03 N NH <sub>4</sub> F	Kacar (1964)
0,5 N HCl+0,025 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Welch ve arkadaşları (1957)
b) Çözücüsü baz olanlar	
0,1 N NaOH (Soguk)	Williams (1950)
0,1 N NaOH (Sıcak)	Saunders (1956)
c) Çözücüsü tuz olanlar	
0,5 M NaHCO <sub>3</sub>	Olsen ve arkadaşları (1954)
% 2 (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Chumachenco (1958)
d) Çözücüsü tampon olanlar	
CH <sub>3</sub> COOH+CH <sub>3</sub> COONa	Grewelling ve Peech (1960)
0,02 N Ca laktat+0,01 N HCl	Egner (1941)
4- İyon değiştiri yöntemleri	
Sodyum zeolit (NaZ)	Moller ve Morgenson (1953)
Dovex-2	Amer ve arkadaşları (1955)
Dovex-21 K	Palma ve Fassbender (1970)

Radyoizotopların toprak verimliliği alanında kullanılmaya başlanmasından sonra, radyoizotop izleme tekniğine dayalı bazı fosfor belirleme yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan en çok uygulama alanı bulan yöntemler, A değeri (Fried ve Dean, 1952), L değeri (Larsen, 1952) ve E değeri (Olsen, 1953) yöntemleridir. A ve L değeri yöntemlerinin temeli bitki yetiştirmeğe dayandığından, bunlar birer biyolojik yöntemdir. E değeri yöntemi ise laboratuvar koşullarında ve bitki yetiştirilmeksizin uygulandığı için kimyasal bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Özbek, 1969).

Thompson ve Pratt (1954), Silva (1955), Murdock ve Engelbert (1958), Franklin ve Reseneur (1960), Alexander ve Robertson (1972) gibi pek çok araştırmacı, yaptıkları araştırmalarda A değeri yöntemini standart biyolojik yöntem olarak kullanmışlardır. Buna karşılık, son yıllarda L değeri yönteminin topraktan alınabilir fosfor miktarlarını daha iyi yansıttığını savunan araştırmalar yayınlanmıştır (Fardeau ve Jappe, 1971; Fardeau ve Giraud, 1972).

Radyoizotop yöntemlerinin standart biyolojik yöntem olarak yaygın bir biçimde kullanılmalarının nedeni, bunların sera denemesinden elde edilen biyolojik verilerle yüksek uyum göstermeleridir.

Makhael ve arkadaşları (1965), taşıyıcılı  $P^{32}$  uygulanaarak gerçekleştirilen A ve L değeri yöntemlerinin, gübresiz saksılardan alınan fosfor ( $P_0$ ) ve Olsen yöntemiyle belirlenen alınabilir fosfor miktarlarıyla, taşıyıcısız olarak uygulanan radyoizotop yöntemlerine oranla çok daha yüksek korelasyonlar verdiğini saptamışlardır.

Ipinmidun (1973), Nijerya toprakları üzerinde çim yetiştirerek yaptığı araştırmada, L değerinin sera denemesinden sağlanan kuru madde miktarları ve bitkilerin fosfor alımlarıyla 0,01



düzeyinde güvenilir ilişkiler verdiğini, bitkileri uzun süre yetiştirerek elde edilen L değerlerinin topraktan alınabilir fosforu çok iyi yansıtan bir ölçüt olduklarını belirtmektedir.

Diest ve arkadaşları (1971), güvenilir L değerleri elde etmek için 7 haftalık yetiştirme süresinin yeterli olduğunu, bu süre içinde isotopik dengenin sağlandığını yazmaktadırlar.

Crisanto ve Sutton (1973), İngiltere ve İspanya orijinli 15 toprak örneği üzerinde çim yetiştirerek bir sera denemesi düzenlemişlerdir. Gübrelenen saksılardan bitkilerin fosfor alımını standart veri sayarak yapılan değerlendirmede, L değerinin P alımıyla yüksek uyarılık ( $r=0,94$ ) gösterdiği saptanmış ve buradan L değerinin alınabilir fosforu çok iyi yansıttığı sonucu çıkarılmıştır.

Larsen (1976), kullanılan fosfor belirleme yöntemleri içerisinde L değerinin özel bir yeri bulunduğunu ve bu yöntemin bitkilerin fosfor alımıyla 0,90 gibi yüksek bir korelasyon gösterdiğini açıklamıştır.

Bölgesel koşullara uygun kimyasal yöntemlerin seçimi amacıyla gerek dünyada, gerekse yurdumuzda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazılarında radyoizotop yöntemleri, bazılarında ise sera denemesinden elde edilen biyolojik veriler standart olarak alınmış ve kimyasal yöntemlerin verdiği sonuçlar bunlarla karşılaştırılarak yargıya varılmıştır.

Wang (1965), Taiwan topraklarında pirinç yetiştirerek yaptığı sera denemesi sonunda, topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmazsa en uygun yöntemlerin Bray-Kurtz No. 1 ve Saunders yöntemleri olduğunu saptamıştır. Kuvvetli asit topraklarda ise Bray-Kurtz No. 2 ve Mehlich yöntemlerinin iyi sonuç verdikleri ileri sürülmüştür.

Kacar ve Akgül (1966), İran'ın Şiraz bölgesi topraklarına uygulanan 9 kimyasal yöntemden Bingham, Kacar ve Olsen yöntemlerinin E değeriyle güvenilir korelasyon verdiğini bulmuşlardır. Sonuçta, bu yöntemlerin bölge topraklarının alınabilir fosfor kapsamlarını belirlemede kullanılması önerilmiştir.

Kacar ve arkadaşları (1967), İran'ın Cespian bölgesi topraklarından gübreleme yapılmaksızın kaldırılan fosfor miktarlarını ( $P_0$ ), kimyasal yöntemlerin verdikleri sonuçlarla karşılaştırmışlardır. Sonuçlara göre, topraklara uygunluk bakımından kimyasal yöntemler, Bray-Kurtz No. 2 > Kacar > Bray-Kurtz No. 1 > Olsen > Bingham > E değeri sırasını izlemişlerdir.

Sherrel (1970), 16 izlanda toprakına 15 kimyasal yöntem uygulamış ve bunların birbirleriyle ilişkilerini incelemiştir. Ürün ve fosfor alımıyla yüksek uyum gösteren Bray-Kurtz No. 1 yöntemi kolay ve pratik bulunmuştur.

Nikitin (1971), Çernozyem topraklara en uygun yöntemlerin, topraktan alınan fosfor miktarları ve ürünle verdikleri korelasyon katsayılarına göre, Kirsanov, Troug, Ginsburg ve Artamova yöntemleri olduğunu bildirmiştir.

Oteng ve Acquaye (1971), Gana'nın değişik toprak gruplarından alınan 48 toprak örneğine 10 kimyasal yöntem uygulayarak, bunların sonuçlarını bir yandan birbirleriyle, diğer yandan akdari bitkisinin fosfor alımıyla karşılaştırmışlardır. Toprakları pH, kil ve organik madde kapsamına göre gruplandırarak yapılan değerlendirmede Olsen, Bingham, Bray-Kurtz No. 1 ve Morgan yöntemlerinin kalibrasyon çalışmalarında kullanılması ögütlenmiştir.

Alexander ve Robertson (1972), 9 toprak örneğinin EDTA'da çözünebilir fosfor miktarlarını kolorimetrik yolla belirleyip, elde ettikleri sonuçların A değeri, Miller-Axley ve Olsen yöntemleriyle yüksek korelasyon gösterdiklerini rapor etmişlerdir.

Stephen ve Lin (1974), Hong-Kong orijinli 24 toprak örneğinin alınabilir fosfor kapsamını 7 kimyasal yöntemle belirlemişler ve buldukları sonuçları sera denemesi verilerine göre değerlendirmişlerdir. Troug, Mehlich ve iyon değiştirici yöntemlerinin ürün ve fosfor alımıyla yüksek ilişki vermelerine karşılık, Bray-Kurtz.1 ve 2, Olsen ve total fosfor yöntemlerinin aynı verilerle ilişkileri zayıf bulunmuştur.

Harrison (1975), İngiltere'den alınan 16 toprakta 4 kimyasal yöntemle bulunan sonuçları, radyoizotop yöntemleriyle karşılaştırmıştır. Elde edilen verilere göre, kimyasal yöntemler P alınımındaki varyasyonun % 32,2'sini, radyoizotop seyreltme yöntemleri ise % 86,2'sini ortaya koymaktadır. Çoklu regresyon hesaplamaları sonucunda, uygulanan yöntemlerin pH, organik madde, çözünebilir Fe, C/P, C/N oranlarıyla kuvvetli interaksyonlar gösterdiği saptanmıştır.

Pichot ve arkadaşları (1976), Madagaskar yüksek platolarında uzun yıllar fosforlu gübre verilerek pirinç tarımı yapılan 2 bölgeden aldıkları örneklerde fosforlu gübrenin kalıcı etkisini incelemek amacıyla bir sera denemesi düzenlemişlerdir. Artan miktarlarda  $P^{32}$  uygulanan toprakların L değerlerini hesaplayan araştırmacılar, ayrıca Olsen-Dabin (modifiye Olsen), Saunders ve Troug yöntemleriyle topraktan alınabilir fosfor kapsamlarını da belirlemişlerdir. L değerinin; yapraklarda bulunan fosfor miktarları, ürün, bitkide bulunan total fosfor ve kimyasal yöntemlerin sonuçlarıyla yüksek korelasyon verdiği bildirilen araştırmada fosfor fiksasyon kapasiteleri yüksek olan topraklarda elde edilen korelasyon katsayılarının oldukça düşük bulunduğu açıklanmıştır. Varılan sonuçlara göre, L değeri, yaprakların fosfor kapsamı ve ürün, fosforlu gübrelemenin etkisini en iyi yansıtan güvenilir ölçütlerdir. Kimyasal yöntemler içinde Olsen-Dabin yöntemi, alınabilir fosfor belirleme yönünden en uygun kimyasal yöntemdir.

Yurdumuz topraklarının alınabilir fosfor durumunu belirlemek ve çeşitli bölge topraklarına uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin seçimi konusunda yapılan çalışmalar şöyle özetlenebilir.

Kacar (1964), Çukurova bölgesi topraklarının alınabilir fosfor durumunu saptamak amacıyla yaptığı çalışmada, 16 kimyasal ve 4 biyolojik yöntemle elde edilen sonuçları, A değeri ile karşılaştırmıştır. A değeri ile verdikleri korelasyon katsayılarına göre bölge topraklarına uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin sırasıyla E değeri, Bray-Kurtz.2 ve Kacar yöntemleri olduğu belirlenmiştir.

Güner (1968), İzmir ilinden alınan 80 toprak örneğine 3 kimyasal yöntem (Bingham, Olsen ve Bray-Kurtz.1) uygulayarak elde ettiği sonuçları Neubauer yöntemi sonuçlarına göre değerlendirmiştir. Elde edilen verilere göre, toprakların tümü dikkate alındığında Neubauer yöntemi ile en yüksek uyumu Bingham yöntemi göstermiş, bunu Bray-Kurtz.1 ve Olsen yöntemleri izlemiştir. Toprakları pH ve % kil kapsamına göre gruplandırarak yapılan değerlendirmede benzer sonuçlar alınmış, ancak pH'ları 7,36 ile 7,50 arasında bulunan topraklarda hiç bir yöntem güvenilir sonuç vermemiştir. Aynı durum kil kapsamı % 25'den daha fazla olan topraklar için de söz konusudur. Sonuç olarak, pH ve kil kapsamı bu sınırlar içerisinde bulunan topraklara, uygun yöntemler bulununcaya kadar Neubauer yönteminin uygulanması öngörülmüştür.

Ülgen (1967), Doğu, Güneydoğu, Marmara ve Orta Anadolu bölgelerinden alınan toprak örneklerinin alınabilir fosfor kapsamını 6 kimyasal yöntemle belirlemiş ve bunların A değeri ile uyumunu incelemiştir. Sonuçta, genellikle kireçli topraklara sahip olan bölgelerde Olsen yönteminin kullanılması önerilmiştir.

Aksoy (1967), Trakya bölgesi topraklarında en iyi sonucun Olsen ve Smith yöntemleriyle alındığını saptamıştır. Bu çalışmada da A değeri yöntemi standart yöntem olarak alınmıştır.

Zabunoglu (1967), Çarşamba ovası topraklarına uygulanan kimyasal yöntemler içinde A değeri ile en yüksek korelasyon veren yöntemlerin Bray-Kurtz.1, Miller-Axley ve Olsen yöntemleri olduğunu bulmuştur.

Çelebi (1967), Anadolu'nun güney bölgesinde Olsen ve E değeri yöntemlerinin kullanılmasıyla olumlu sonuçlar alınacağını açıklamıştır.

Alganatay (1968), Orta Anadolu kuzey bölgesi topraklarında A değeri ile en yüksek korelasyon veren yöntemlerin Olsen ve E değeri yöntemleri olduğunu bildirmiştir.

Ateşalp (1968), Doğu Anadolu topraklarının fosfor durumunu araştırmış ve A değeri ile uygunluk bakımından Olsen, E değeri, Bray-Kurtz.1 ve Smith yöntemlerinin önde geldiğini saptamıştır.

Ülgen (1968), Karadeniz bölgesi topraklarını asit ve alkali tepkimeli olmalarına göre gruplandırarak yaptığı değerlendirmede, A değeri ile verdikleri korelasyon katsayılarına bakarak asit topraklara Bray-Kurtz.1, alkali topraklara ise Olsen yönteminin uygulanmasını önermiştir.

Kacar ve arkadaşları (1973), Antalya sahil bölgesi topraklarının fosfor kapsamalarını belirlemede kullanılacak yöntemlerin saptanması için A ve b değeri yöntemlerini standart olarak bir sera denemesi düzenlemişlerdir. Varılan sonuçlara göre, söz konusu bölge topraklarına en uygun yöntemler sırasıyla Olsen, Chumachenko, Bingham ve Egner yöntemleridir. Araştırmacılar ayrıca yulaf bitkisinin kök ve toprak üstü kısımlarının analiziyle elde edilen A değerleri arasında güvenilir ve pozitif bir ilişkinin ( $r=0,93$ ) varlığını saptamışlardır.

2.3. Fosforun toprak tarafından tutulması ve bunu etkileyen etmenlere ilişkin araştırmalar:

Toprakta bulunan fosfat iyonlarının kaynağı ne olursa olsun bitkilerin bunlardan yararlanabilmesi oldukça sınırlıdır. Çünkü, en uygun koşullarda bile fosfat iyonlarının büyük bir bölümü toprak ögeleri tarafından tutularak bitkinin yararlanamayacağı bileşiklere dönüştürölmektedir. Hemwall (1957) tarafından bildirildiğine göre, bitkiler ilk yıl, topraga uygulanan fosforlu gübrelerin ancak % 10-30 kadarından yararlanabilmekte, geriye kalan % 70-90 kadarı ise toprakta tutularak bitkiye yararsız duruma geçmektedir. Kanwar ve Grewal (1971), fosfor fiksasyonunu "Fosforun toprakta bulunan organik ve inorganik ögelerle tepkimeye girerek az eriyen ya da hiç erimeyen bileşiklere dönüşmesi ve bunun sonucunda bitkiye yararlılığının sınırlanması olayıdır" şeklinde tanımlamışlardır. Wild (1950), fosfor fiksasyonunun ilk kez 1850 yılında Way isimli araştırmacı tarafından gözlemlendiğini belirtmiş ve 1950 yılına kadar bu konuda yapılan çalışmaları özetlemiştir.

Bugünkü bilgilerimize göre fosforun toprakta tutulması olayının, kimyasal adsorbsiyon ve kimyasal çökelme olmak üzere 2 mekanizma yoluyla olduğu varsayılmakta (Udo ve Uzu, 1972; Kacar ve ark.1975) ve bu iki olayda benzer kimyasal güçlerin etkili olduğu ileri sürölmektedir (Kittrick ve Jackson, 1956; Hsu, 1964).

Fosforun toprakta tutulması üzerine toprak tepkimesinin çok önemli etkisi olduğuna değinen Kanwar ve Grewal (1971), 2 ile 5 pH dereceleri arasında fosfor fiksasyonuna Fe ve Al iyonlarıyla, bunların serbest ve sulu oksitlerinin neden olduğunu, pH 4,5 ile 7,5 arasında fosforun kil minerallerince tutulduğunu, 6 ile 10 pH derecelerinde ise iki değerli alkali katyonların fosfor fiksasyonunda etkin duruma geçtiklerini belirtmektedirler.



Düşük pH derecelerinde kil minerallerinin parçalanması sonucunda ortaya çıkan Fe ve Al iyonları, toprakta bulunan  $H_2PO_4^-$  iyonlarıyla tepkimeye girerek fosforun suda erimeyen bileşikler halinde çökmesine neden olurlar (Ghani ve İslam, 1946; Hsu, 1964). Bu olay sonunda bitkiye yararsız demir ve alüminyum hidroksifosfat bileşiklerinin oluştuğu ileri sürülmektedir (Cole ve Jackson, 1950; Kittrick ve Jackson, 1956).

Asit tepkimeli topraklarda fazla miktarda bulunan Fe ve Al sesquoksitler tarafından da önemli miktarda fosfor fikse edildiği saptanmış durumdadır (Coleman, 1944; Hinga, 1973). Fosfat iyonlarının demir oksit yüzeylerinde tutulması olayını infrared spektroskopisi tekniği ile inceleyen Parfitt ve arkadaşları (1975), fosforun toprakta Fe-O-P(O<sub>2</sub>)-O-Fe formunda yüzey komplekslerinin oluşması sonucunda tutulduğunu ileri sürmüşlerdir. Burada PO<sub>4</sub>'un iki oksijeni ayrı Fe<sup>+3</sup> atomlarına bağlanmaktadır.

Asit topraklarda bulunan Al ve Fe sulu oksitleri de fosfor fiksasyonuna neden olan önemli öğelerdir. Kolloidal oluşumlu olan bu bileşikler,



tepkimesi uyarınca fosforu fikse etmektedirler (Kacar, 1977).

Kil minerallerinde fosfor fiksasyonunu incelemek amacıyla yapılan pek çok çalışma, fosforun kil yüzeylerinde adsorbe edilerek tutulduğunu ortaya koymuştur (Scarseth ve Tidmore, 1934; Ellis ve Traug, 1955). Kil minerallerinde gözlenen bu adsorbatif tutulma, farklı görüşlerle açıklanmaktadır. Dean ve Rubins (1947), kil minerallerinin alüminosilikat yapılarında bulunan OH<sup>-</sup> iyonlarının  $H_2PO_4^-$  iyonlarıyla yer değiştirmesi sonucunda fosforun tutulduğunu bildirmişlerdir. Kuo ve Lotse (1972) ise,  $H_2PO_4^-$  iyonlarının bir oksijen köprüsüyle killerdeki alüminyum atomla-

rına bağlandığını ileri sürmektedirler. Kacar <sup>/ve ark.</sup> (1975) tarafından bildirildiğine göre, 2 Si atomunun bir Al-P kompleksiyle yer değiştirmesi sonucunda ortaya çıkan serbest yüklere fosfat iyonlarının bağlandığını savunan görüş, ortaya atılan kuramlar içinde önemli bir yer tutmaktadır.

Topraklarda bulunan killerin tür ve yapıları fosfor fiksasyonunu geniş ölçüde etkilemektedir. Chatterjee ve Datta (1951), düşük pH derecelerinde kaolinitin montmorillonitten, Chatterjee ve Dhar (1968) ise illitin montmorillonitten daha fazla fosfor fikse ettiklerini saptamışlardır. Black (1942), kaolinitte en yüksek fiksasyonun pH 3-4 arasında gözlemlendiğini ve bunun OH iyonlarıyla  $H_2PO_4^-$ 'in yer değiştirmesinden ileri geldiğini, buna karşılık fosforun Bentonitte Al, illitte ise Al ve Fe tarafından bağlanarak fikse edildiğini açıklamıştır. Ellis ve Troug (1955), Na ve H ile doymuş montmorillonitte pek az fosfor tutulduğunu, aynı kil minerali Ca ile doyurulunca fiksasyonun arttığını bildirmektedirler. Fox ve Kamprath (1970) ise toprağın kil kapsamı azaldıkça bir gram kile bağlanan fosfor miktarının arttığını rapor etmişlerdir.

Alkali tepkimeli topraklarda fosfor fiksasyonuna  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$  iyonlarıyla serbest  $CaCO_3$ 'ün neden olduğu bilinmektedir. Tisdale ve Nelson (1966), bu öğelerin fosfor bağlanmasını şöyle açıklamaktadırlar: Alkali topraklarda bulunan  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$  iyonları fosfat iyonlarını suda erirlikleri az olan kalsiyum ve magnezyum fosfat bileşikleri halinde çöktürerek fikse ederler. Serbest  $CaCO_3$  yüzeylerinde fosforun adsorbe edilmesiyle de fosfor, bitkiye yararsız formlara dönüşmektedir. Bu olay sonucunda karbonat apetit, hidroksil apetit, oksijen apetit gibi güç çözünen bileşikler oluşmaktadır. Kalsiyum ile doymuş kil minerallerinde fosforun tutulması ise Kil-Ca-H<sub>2</sub>O bağlantısı-



Buraya kadar açıklanan yollardan başka, inorganik fosforun mikroorganizmalar tarafından özümленerek, organik fosforun ise Fe, Al, Ca tarafından çözünmez tuzlar oluşturarak fikse edildiği bilinmektedir (Kacar, 1977).

Toprakta tutulan fosfor miktarları üzerine etki yapan etmenlerin neler olduğu konusu geniş ölçüde araştırılmıştır. Kanwar ve Grewal (1971), söz konusu etmenleri, 1. Kil mineralleri 2. pH 3. Fe ve Al iyonları ve bunların sesquioksitleri 4. Değişebilir katyonlar 5.  $CaCO_3$  6. Toprakta bulunan tuzlar 7. organik madde 8. Toprağın mekanik yapısı 9. Fosfor konsantrasyonu 10. Tepkime zamanı 11. Ortam ısısı şeklinde sınıflandırmışlardır. Benzer bir sınıflama Wild (1950) tarafından da yapılmıştır. Ancak, bu etmenlerin hangilerinin ve ne ölçüde fosfor tutulmasını etkilediği yöresel iklim ve kültür koşullarına bağımlı olmaktadır.

Saunders (1965), Yeni Zelanda topraklarının A horizonlarında total azot, organik fosfor ve kil kapsamlarının tutulan fosfor miktarlarıyla güvenilir korelasyonlar verdiğini, ancak B horizonundan alınan örneklerde kil kapsamının tutulan fosfor miktarı üzerinde etkili olmadığını saptamıştır.

Hortentine (1966), Florida'nın milli, ince kumlu ve kumlu topraklarında yaptığı araştırmada, en yüksek fiksasyonun milli topraklarda izlendiğini ve bütün araştırma materyalinde katılan fosforun Al-P formunda fikse edildiğini belirtmiştir. Yüksek fiksasyonun başlıca nedenlerinin Al ve kil kapsamı olduğu ileri sürülen araştırmada, organik maddenin fiksasyon üzerine etkili olmadığı açıklanmıştır.

Mathan ve Durairaj (1967), Hindistan'ın Nilgiri bölgesinden alınan ve tepkimeleri 4,3 ile 6,9 arasında değişen 23 toprak örneğinde fosfor fiksasyon kapasitelerinin çok yüksek olduğunu ve sesquioksitlerle fiksasyon arasında güvenilir bulun-

mayan pozitif ilişkiler saptandığını bildirmişlerdir. pH,  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$ 'un fiksasyon üzerine etkili olmadığı ve yüksek fiksasyon kapasitesine sahip topraklarda alınabilir fosfor miktarlarının düşük bulunduğu da aynı araştırmada rapor edilmiştir.

Harter (1969), 5 toprak özelliğinin fonksiyonu olarak fosfor adsorpsiyonunun regresyon analizlerini yapmıştır. Sonuçlara göre, organik maddenin adsorpsiyon üzerine önemli ve pozitif etkisi vardır. pH'nın etkisi ise negatif ve 0,05 düzeyinde güvenilir bulunmuştur.

Fasbender (1969), Orta Amerika'dan alınan topraklarda fosfor fiksasyon kapasitelerinin % C, kil, serbest  $Fe_2O_3$ , eriyebilir Al ve pH ile parabolik olarak ilişkili bulunduğunu ve bu ögeler yönünden 50 toprakta çoklu korelasyon katsayısının ( $R^2$ ) 0,82 olduğunu hesaplamıştır.

Gaur (1969), pH'ları 4,8 ile 5,6 arasında bulunan topraklara % 1 ve % 2'lik hümik asit katarak fosfor fiksasyonunun oluşumunu incelemiştir. Katılan hümik asit miktarına bağımlı olarak fiksasyonun azaldığını belirten araştırmacı, bunun nedenini toprakta Al ve Fe humatların oluşmasıyla, Fe ve Al aktivitelerinin azalmasına bağlamıştır.

Dhawan ve arkadaşları (1969), Hindistan'ın Rajasthan bölgesinden alınan topraklarda (pH: 7,2-7,8) fosfor fiksasyonu üzerine etki yapan etmenleri araştırmışlardır. Fiksasyonun % 90'ına  $CaCO_3$ , sesquioksitler ve değişebilir  $Ca^{++} + Mg^{++}$ 'un neden olduğu savunulan denemede, bu ögelerle fiksasyon arasındaki korelasyon katsayılarının sırasıyla 0,999, 0,819 ve 0,755 olduğu saptanmıştır.

Kyuma ve Hussein (1970), topraktaki karakteristik yükler ve organo-mineral komplekslerin fosfor fiksasyonuna etkileri üzerinde çalışmışlar ve kil komplekslerinin kiliere oranla daha az fosfor bağladıklarını gözlemişlerdir. Bu durum, sesquiok-

sit aktivitesinin organik madde tarafından maskelenmesiyle açıklanmıştır. Sesquioksitlerin birim ağırlığına düşen pozitif yüklerin artmasıyla fiksasyonun da arttığı ileri sürülen araştırmada fosfor fiksasyonunun ana nedeninin sesquioksitler olduğu bildirilmektedir.

Hashimoto ve Takayama (1971), Na,  $\text{NH}_4$ , Fe, Al, Ca'un humik asit ve nitro humik tuzlarının 3 değerli demirhidroksitte tutulan fosforu ~~88%~~ azalttığını, buna karşılık aynı etkinin amorf sulu demiroksitlerde görülmediğini yazmaktadırlar. Aliminon ise bütün araştırma materyalinde fiksasyonu azaltıcı etki yapmıştır.

Fox ve Kamprath (1971), organik kolloidlerce zengin toprakların fosfor adsorpsiyon kapasitelerinin düşük olduğunu ve adsorbe edilen fosforun kolay çözünür durumda bulunduğunu saptamışlardır. Ortama  $\text{AlCl}_3$  katılınca fosforun çözünürlüğü azalmıştır.

Awasthi ve Patnak (1971), tekstür fraksiyonlarının fosfor fiksasyonuna etkisini incelemişlerdir. Varılan sonuçlara göre, yüksek baz değişim kapasitesine sahip topraklar aynı zamanda yüksek Ca içeriyorlarsa fosfor fiksasyonu çok yüksek olmaktadır. Toprakların fosfor fiksasyon kapasiteleri tekstür fraksiyonlarına göre, kil, silt, ince kum, kum sırasını izlemiş ve parça büyüklüğü arttıkça fiksasyon azalmıştır.

Rajan ve Fox (1972), Hawaii ve Hindistan orijinli 3 toprakta, çalkalama süresinin ve ortamdaki iyon türünün adsorbe edilen fosfor miktarları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları denemede, adsorpsiyonun % 85'inin 2 günlük çalkalama süresi sonunda tamamlandığını ve 6 gün sonunda toprakların adsorpsiyon yönünden dengeye ulaştığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, ortamdaki iyonların ve bunların konsantrasyonlarının adsorpsiyona önemli etkileri olduğu da belirtilmiştir.

Udo ve Uzu (1972), Nijerya'nın asit tepkimeli topraklarında fosfor adsorpsiyon kapasitelerinin yüksek bulunduğunu ve bu yüksek adsorpsiyona pH'nın negatif, kil, sesquioksitler, değişebilir Al ve Fe'in ise pozitif etkileri olduğunu gözlemişlerdir. Organik maddenin adsorpsiyona etkisi olmadığı savunulan araştırmada, adsorpsiyonun ilk 6 günlük çalkalama süresi içinde hızla artış gösterdiği ve bu süreden sonra yavaşladığı da ortaya konulmuştur.

Filho ve arkadaşları (1972), Brezilya'nın Latosol topraklarında küçük agregatların ve ezilerek ufalanmış örneklerin daha fazla fosfor adsorbe ettiklerini, buna karşılık söz konusu örneklerde daha fazla alınabilir fosfor bulunduğunu ileri sürmüşlerdir. Aynı çalışmada serbest demir oksitler fosfor tutulmasının başlıca ögeleri olarak görülmüşlerdir.

Kene ve Desphande (1972), 3 asit tepkimeli toprakta adsorpsiyonun % 90-98'inin kil kapsamıyla ilişkili olduğunu, serbest demiroksitlerin fosfor tutulmasında önemli rol oynamadıklarını savunmuşlardır.

De ve arkadaşları (1973),  $NH_4NO_3$  ile doyurulmuş alluvial toprakların yüksek miktarda fosfor fikse ettiklerini, kırmızı ve laterit topraklarda ise nem kapsamına bağlı olarak fiksasyonun azaldığını rapor etmişlerdir.

Hinga (1973), 4 Kenya toprağında adsorpsiyonun toprak özellikleri ile ilişkilerini araştırmıştır. Sonuçlara göre, adsorbe edilen fosfor miktarları üzerine  $Al_2O_3$ ,  $Al_2O_3+Fe_2O_3$ , CEC,  $Fe_2O_3$ , toprağın karbon kapsamı ve AEC'nin pozitif ve güvenilir etkileri vardır. pH'nın adsorpsiyona etkisi negatif olarak güvenilir bulunmuş ve toprakların kil kapsamlarının adsorpsiyon üzerine önemli etki yapmadıkları saptanmıştır.

Karim ve arkadaşları (1973), Bangladeş topraklarında fosfor adsorpsiyonuyla fosfor konsantrasyonu arasındaki ilişkileri incelemişlerdir.

Bullard ve Fiskel (1974), 42 orman toprakında tutulan fosfor miktarlarının pH, kil ve silt kapsamıyla güvenilir ilişkiler verdiğini bildirmişlerdir.

Holfort ve Mattingly (1975), tepkimeleri 7,2 ile 7,6 arasında ve  $\text{CaCO}_3$  kapsamı % 0,8 ile % 24,2 arasında değişen 24 toprakta, toplam  $\text{CaCO}_3$  yüzeyinin ve organik maddenin adsorbe edilen fosfor miktarlarıyla yüksek korelasyon gösterdiklerini, buna karşılık %  $\text{CaCO}_3$  ve pH'nın adsorpsiyonla ilişkili olmadığını ileri sürmüşlerdir.

Türkiye topraklarının fosfor fiksasyon kapasiteleri ve bunlara etki yapan etmenler üzerinde yapılan çalışmalar ise şöyle özetlenebilir.

Kacar (1965), Çukurova bölgesi topraklarının fosfor fiksasyonu ve bunun toprak özellikleriyle ilişkilerini araştırmıştır. Çalışma sonunda Çukurova topraklarının fosfor fiksasyon kapasiteleri oldukça yüksek bulunmuş, fiksasyon ile % kil ve  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  arasında 0,01 düzeyinde güvenilir ilişkiler saptanmıştır. Fiksasyonun ilk 4 günde hızla arttığı ve bu süreden sonra yavaşlıyarak sürdüğü, aynı çalışmada belirlenmiştir.

Kacar (1968), Türkiye topraklarında fosfor fiksasyon kapasitelerinin coğrafi bölgelere göre önemli farklılıklar gösterdiğini ve bölge topraklarında fosfor fiksasyonunun Güneydoğu Anadolu > Güney Anadolu > Orta Anadolu > Kuzey Anadolu > Doğu Anadolu > Trakya sırasını izlediğini açıklamıştır. Aynı zamanda Orta Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Trakya topraklarında fiksasyon ile %  $\text{CaCO}_3$  kapsamı arasında güvenilir ilişkiler bulunmuştur.  $\text{CaCO}_3$  kapsamı farklı iki toprak örneğinde (Şereflikoçhisar ve Eskişehir toprağı) çalkalama süresi ve katılan fosfor konsantrasyonlarına bağımlı olarak fikse edilen fosfor miktarlarının birbirinden 0,01 düzeyinde güvenilir farklılıklar gösterdiği bildirilen araştırmada, fiksasyonun zamanla azalarak devam ettiği belirtilmiştir.

Aydeniz (1968),  $\text{CaCO}_3$  ile fosfor ilişkilerini incelemek amacıyla topraklara artan miktarlarda  $\text{CaCO}_3$  katarak, kireç kapsamları farklı bir seri toprak hazırlamış ve bunların fikse ettikleri fosfor miktarlarını saptamıştır. Sonuçlara göre,  $\text{CaCO}_3$  miktarı arttıkça fikse edilen fosfor miktarları da artmakta fakat birim  $\text{CaCO}_3$ 'ün bağladığı fosfor azalmaktadır. % 20 kireç düzeyine kadar fiksasyon logaritmik bir eğri göstermektedir.

Kacar ve arkadaşları (1975), Karadeniz bölgesi asit tepkimeli topraklarının adsorpsiyon ve fiksasyon özellikleri üzerinde çalışmışlardır. Elde edilen veriler, adsorbe edilen fosforun, % 55 ile % 81 kadarının fikse edilerek bitki tarafından alınamaz duruma geçtiğini ve değişik fosfor taşıyıcılarının toprakta tutulan fosfor miktarlarını önemli derecede etkilediğini ortaya koymuştur. Na kasyonu bulunan taşıyıcıların düşük,  $\text{NH}_4^+$  ve  $\text{H}^+$  bulunan taşıyıcıların ise yüksek miktarda fosfor bağlanmasına neden oldukları gözlenen araştırmada, 4 günlük çalkalama süresi sonunda toprakların dengeye ulaştığı saptanmıştır. Toprağa katılan fosfor miktarları arttırıldıkça bütün taşıyıcılar için gerek adsorpsiyon, gerekse fiksasyon azalmıştır. Dene me topraklarının organik madde ve kation değişim kapasitelerinin, tutulan fosfor miktarlarıyla önemli ilişki vermemesine karşılık, pH negatif, kireç gereksinimi ise pozitif yönde hem adsorpsiyonu, hem de fiksasyonu etkilemiştir.

Kovancı ve Kılınç (1977), Burdur ilinin hafif alkali ve alkali tepkimeli 30 toprak örneğinde, 24 saatlik çalkalama süresi sonunda, katılan fosforun % 50,8 ile 96,2 arasında değişen miktarlarının adsorbe, % 44,2 ile 93,2 arasında değişen miktarlarının ise fikse edildiğini açıklamışlardır. Adsorpsiyon üzerine pH,  $\text{CaCO}_3$  ve  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ 'un ortak etkilerinin, fiksasyona ise yalnızca  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ 'un neden olduğu saptanan araştırmada adsorpsiyon ile fiksasyon arasında yüksek bir uyum bulunmuştur.



Kovancı ve arkadaşları (1977), Muğla ili topraklarının fosfor adsorpsiyon ve fiksasyonunun sırasıyla % 32,3 ile 76,6 ve % 25,0 ile 67,2 arasında değiştiğini izlemişler ve bunların toprak özellikleriyle ilişkileri üzerinde durmuşlardır. Yapılan çoklu regresyon hesaplamaları sonucunda adsorpsiyon ve fiksasyon üzerine  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  ve serbest Fe+Al oksit miktarlarının önemli ortak etkileri olduğu belirlenmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. MATERYAL

##### 3.1.1. Araştırma alanı ve özellikleri:

Araştırma materyalini, İzmir ili sınırları içinden alınmış 39 toprak örneği oluşturmaktadır. Bu bölgede bulunan ve üzerinde yaygın tarım yapılan Bornova, Kemalpaşa, Menemen, Bergama ve Kuşuk Menderes ovalarıyla, ova niteliğinde olmayıpta üzerinde ekonomik tarım yapılabilen alanlar araştırma kapsamına girmektedir.

Araştırma yeri olarak seçilen İzmir ili toprakları Anadolu yarımadasının batısında ve Ege kıyılarımızın tam ortasında yer almaktadır. Kuzey sınırından  $38^{\circ}20'$ , güney sınırından  $37^{\circ}40'$  kuzey paralelleri, doğu ve batısından ise  $28^{\circ}30'$  doğu meridyenleri geçer. Yüzölçümü  $11.973 \text{ km}^2$ 'dir.

Bölgenin yüzey şekilleri 4. zamandaki jeolojik olaylar sonucunda oluşmuştur. Menderes masifisindeki tektonik çöktürlerden akan Kuşuk Menderes, Gediz ve Bakırçay akarsuları İzmir ili topraklarından geçerek denize dökülürler. Bu akarsular taşıdıkları alüvyonları yığarak dağ sıraları arasında yer alan verimli ovaları oluşturmuşlardır (Üstuntaş ve arkadaşları, 1969). Bu nedenle İzmir ilinin sulanabilen ve üzerinde tarım yapılabilen topraklarının çoğunluğunu allüvial oluşumlu topraklar oluştururlar. Allüvial topraklardan başka, bölgede Rendzina, Kireçsiz Kahverengi, Kestane Renkli, Terra Rossa ve Kollovial büyük toprak gruplarına giren alanlarda da tarım yapılabilmektedir.

Toprak oluşumuna ve bitkisel üretime etkili faktörlerden iklim, ilin her tarafında (çok küçük farklılıklar dışında) aynı özellikleri gösterir. Çizelge. 2'de verilen 32 yıllık meteorolojik gözlemler incelendiğinde, İzmir ilinde ortalama sıcaklığın  $17,6^{\circ}\text{C}$ , ortalama nisbi nemin % 65 ve ortalama yıllık yağış toplama-



Çizelge. 2 İzmir iline ilişkin 32 yıllık meteorolojik gözlemler<sup>+</sup>

Meteorolojik ölçümler	A Y I L A R												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama sıcaklık C°	8,6	9,6	11,1	15,5	20,4	25,0	27,6	27,3	23,3	18,4	14,3	10,6	17,6
En yüksek sıcaklık C°	20,8	23,9	29,9	32,5	37,6	40,3	41,9	42,7	37,0	33,2	30,3	34,7	42,7
En düşük sıcaklık C°	-8,2	-5,2	-3,8	0,7	4,3	9,5	15,4	15,0	10,0	3,6	-2,9	-4,7	-6,2
Ortalama nisbi nem %	76	73	69	66	63	55	52	52	58	67	75	76	65
Ortalama yağış mm	143,2	103,9	68,9	42,5	36,1	9,3	1,0	2,9	10,3	33,2	81,3	167,5	700,2

+ : Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (1974)

minin 700,2 mm olduğu görülmektedir. 1938-1970 yılları arasında alınan bu gözlemler değerlendirilirse, W. Köppen tarafından yapılan iklim sınıflamasına göre İzmir ilinin iklimi "yazlar kurak ve sıcak, kışlar ılık ve yağışlı, Mezotermal (csa)" iklim tipine girmektedir (Toprak-Su Genel Md., 1974).

3.1.2. Toprakların alındıkları yerler ve örneklerle ilişkin bilgiler:

Araştırmada kullanılan toprak örneklerinin alındıkları yerler Şekil. 1'de gösterilmiş ve örneklerle ilişkin kısa bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

Kemalpaşa bölgesi toprakları

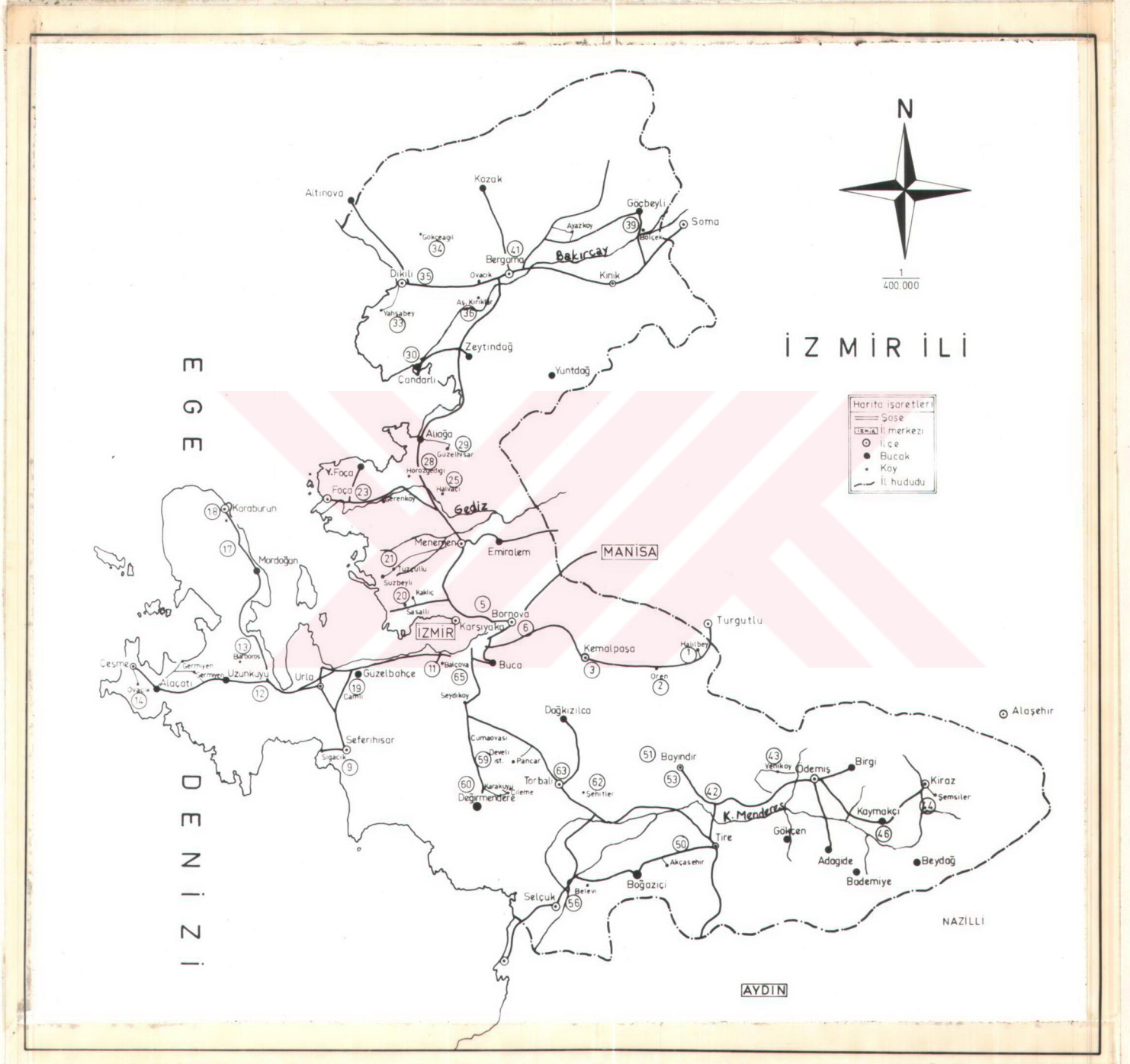
- (1\*) Halilbeyli köyünün Ankara asfaltına doğru 1,5 km ilerisinden alınan toprak örneği Terra Rossa toprak grubuna girmektedir. Arazi düz, sıg ve taşlıdır. Üzerinde tütün tarımı yapılan toprak tınlı bünyeli olup, alkali tepkimelidir.
- (2) Alluvial toprak grubundan olan örnek, kumlu tınlı bünyelidir. Arazi düz olup, üzerinde bağ yetiştirilmiştir. Ören köyünün 500 m kuzeyinden alınmıştır.
- (3) Kemalpaşa'dan Armutlu'ya giden yolun 2 km ilerisinden alınmıştır. Kollovial toprak grubundandır. Çok hafif eğimli ve derin olan arazi üzerinde zeytin yetiştirilmiştir. Toprak alkali tepkimeli ve tınlıdır.

Bornova bölgesi toprakları

- (5) Alluvial toprak grubundan olan örnek, tınlı bünyeli ve alkali tepkimelidir. Arazi düz olup, üzerinde sulanabilir koşullarda sebze (domates) tarımı yapılmaktadır. Çay mahallesinin 1,5 km güneyinden alınmıştır.
- (6) Bornova Ziraat Fakültesi koleksiyon bağından alınmıştır. Allüvial olan örnek tınlı ve hafif alkalidir. Arazi düzdür.

---

\*: Toprak numarası



Şekil. 1 Toprak örneklerinin alındıkları yerler

Seferihisar-Urla-Çeşme-Karaburun bölgesi toprakları

- (9) Seferihisar-Sığacık'ın 500 m doğusundan alınan toprak örneği siltli tınlı bünyede, hafif alkali ve allüvialdir. Düz olan arazi üzerinde narenciye tarımı yapılmaktadır.
- (11) Balçova-İnciraltı yolunun 300 m ilerisinden ve Balçova tarafından alınan toprak, nötr tepkimede, kumlu tınlı ve allüvial oluşumludur.
- (12) Terra Rossa oluşumlu olan toprak örneği Urla-Çeşme-Karaburun yol ayrımının doğusundan alınmıştır. Arazi düz, taşlı ve sıgıdır. Tütün yetiştirilen toprak, nötr ve siltli tınlıdır.
- (13) Urla Barbaros köyünün 500 m batısından Kazovacık köy yolu üzerinden alınan toprak örneği orta bünyeli (kumlu tınlı) nötre yakın asit tepkimeli ve kollovial oluşumludur. Üzerinde tütün yetiştirilmektedir.
- (14) Rendzina toprak grubuna giren örneğin ana materyali kalker, marn ve tebeşirdir. Tepkimesi alkali, bünye siltli tınlıdır. Üzerinde tütün tarımı yapılan arazi derin ve hafif eğimlidir. Toprak örneği Ovacık köyünün 1,5 km uzagından alınmıştır.
- (17) Toprak, Kaynarçınar köyünün Elemeci yöresinden alınmıştır. Rendzina toprak grubundan olup, ana materyal kalker, marn ve dolomittir. Sığ, eğimli ve taşlı olan arazide zeytin yetiştirilmiştir. Toprak örneği hafif alkali ve siltli tınlı bünyededir.
- (18) Karaburun, Saip yol ayrımından alınan örnek Terra Rossa toprak grubundandır. Tepkimesi alkali ve bünye tınlıdır. Arazi hafif eğimli ve sıg olup üzerinde tütün tarımı yapılmaktadır.
- (19) Allüvial oluşumlu, tınlı ve nötr tepkimeli olan toprak üzerinde tütün tarımı yapılmaktadır. Arazi düz ve sula-

nabilir durumdadır. Toprak örneği Seferihisar yolu üzerindeki Çamlı köyü girişinden alınmıştır.

Menemen-Foça bölgesi toprakları

- (20) Karşıyaka'nın Kaklıç ve Sasalı köyleri arasındaki Abdürrahim Bey çiftliğinden alınmıştır. Allüvial oluşumlu ve birinci sınıf tarım arazisidir. Kumlu tınlı olan toprak örneği alkali tepkime göstermektedir. Arazide pamuk tarımı yapılmaktadır.
- (21) Menemen-Tuzçullu köyünün 1 km batısından alınan toprak örneği, allüvial oluşumlu, alkali tepkimeli ve ince bünyelidir. Yüksek oranda eriyebilir tuz kapsayan arazi düz olup, üzerine pamuk ekilmektedir.
- (23) Kireçsiz Kahverengi toprak grubundan olan örnek nötr tepkimeli ve kumlu tınlıdır. Eğimli, sığ ve taşlı olan arazi üzerinde zeytin yetiştirilmiştir.
- (25) Menemen-Helvacı köy trafosu karşısından alınmıştır. Arazi kollovial oluşumlu, düz ve orta bünyeli (kumlu tınlı)'dır. Asit tepkimeli olan toprak üzerinde tütün tarımı yapılmaktadır.
- (28) Menemen-Bozköy, Çayır mevkiinden alınan toprak örneği killi tınlı bünyede ve alkali tepkimelidir. Kötü drenajlı arazi üzerinde buğday tarımı uygulanmaktadır.
- (29) Aliaga'nın Güzelhisar köyünden alınan toprak örneği, Rendzina toprak grubuna girmektedir. Üzerinde tütün yetiştirilen arazi tınlı bünyede ve alkali tepkimelidir.

Bergama-Dikili bölgesi toprakları

- (30) Killi tınlı bünyede olan toprak örneği allüvial oluşumludur. Arazi düzdür ve üzerinde tütün tarımı yapılmaktadır. Toprak, Çandarlı köprüsünün 200 m ilerisinden ve yolun sağ tarafından alınmıştır.



- (33) Alkali tepkimeli, killi tınlı, Terra Rossa oluşumlu olan toprak örneği Dikili-Çandarlı arasından ve Çandarlı'ya 5 km uzaklıktan, Yahyabey köyü civarından alınmıştır. Tütün tarımı yapılmaktadır.
- (34) Dikili'nin Gökçeagıl köyünden alınan toprak, tınlı bünyeli ve asit tepkimelidir. Kollovial oluşumlu olan arazide pamuk yetiştirilmektedir.
- (35) Dikili-Bergama arasından ve ana yolun 2 km güneyinden alınmış bulunan örnek, allüvial, kumlu tınlı ve asit tepkimelidir. Arazi düz olup, üzerinde pamuk tarımı yapılmaktadır.
- (36) Bergama, Aşağı Kırıklar köyünün 1 km güneyinden alınmıştır. Drenaj durumu iyi olmayan, killi ve alkali tepkimeli toprak üzerinde pamuk tarımı yapılmaktadır. Arazi allüvial ve çok hafif tuzludur.
- (39) Kınık ile Bölcek köyü arasından ve Bakırçay'ın 500 m uzağından alınmış olan toprak örneği allüvial, alkali ve siltli tınlı bünyededir. Arazi düz ve derin olup, üzerinde pamuk ekilmektedir.
- (41) Bergama-Kınık-Göçbeyli yol kesiminden ve vakıflar mevkiinden alınan toprak örneği allüviyal oluşumlu, kumlu tınlı bünyeli ve hafif asit tepkimelidir. Düz olan arazide tütün tarımı yapılmaktadır.
- Küçük Menderes ovası toprakları
- (42) Allüvial, hafif alkali, siltli tınlı bünyede olan toprak, Tire-Ödemiş-Bayındır yol ayrımına varmadan köprüyü 1 km geçince yolun sağ tarafından alınmıştır. Üzerinde pamuk tarımı yapılmaktadır. Arazi düzdür.
- (43) Allüvial oluşumlu, kumlu tınlı ve hafif asit tepkimeli düz bir tarladan alınan, toprak üzerinde patates tarımı yapılmaktadır. Ödemiş, Yeniköy'un 1 km batısından alınmıştır.

- (44) Kiraz ilçesinin Şemsiler köyünden alınmıştır. Üzerinde mısır tarımı yapılan arazi düz ve allüvialdır. Bünye kumlu tınlı, tepkime nötre yakın asittir.
- (46) Allüvial oluşumlu, kumlu tınlı bünyede, nötre yakın asit tepkimeli toprak örneğinin alındığı yer Kaymakçı'nın 1 km güneyi ve merkez kahve mevkiidir. Arazi düz olup, üzerinde zeytin yetiştirilmiştir.
- (50) Tire-Akçaşehir köyü Akkuyu mevkiinden alınmış olan toprak, nötr tepkimeli ve kumlu tınlı bünyelidir. Üzerinde tütün yetiştirilen arazi düz ve allüvial oluşumludur.
- (51) Bayındır-Karpuzlu köyü istasyonunun 200 m ilerisinden ve İzmir yönünden alınmıştır. Kumlu tınlı, asit ve allüvial olan arazide pamuk tarımı yapılmaktadır.
- (53) Allüviyal, hafif asit ve tınlı bünyeli tarlada pamuk yetiştirilmektedir. Toprak örneği Tire-Mahmutlar köyünün 3 km ilerisinden ve İzmir yönünden alınmıştır.
- (56) Tınlı bünyeli ve alkali tepkimeli olan toprak örneği allüviyal oluşumludur. Arazi düz olup, üzerinde pamuk tarımı yapılmaktadır. Örnek Selçuk-Belevi köyünün Kospınar mevkiinden alınmıştır.
- İzmir merkez ve Torbalı bölgesi toprakları
- (59) Develiköy köprüsünün 100 m ilerisinden alınan örnek, Kestane Renkli toprak grubundandır. Tınlı bünyede ve alkali olan arazi üzerinde tütün tarımı yapılmaktadır.
- (60) Toprak örneği Degirmendere-Karakuyu köyünden ve Nohut gölü yatagından alınmıştır. Yetersiz drenajlı, killi ve alkali tepkimeli olan arazi düzdür. Üzerinde buğday tarımı yapılmaktadır. Toprak örneği allüvialdır.
- (62) Allüviyal oluşumlu, alkali tepkimeli, siltli tınlı bünyede olan toprak, Torbalı'nın Şehitler köyünden ve Bayındır yolunun güneyinden alınmıştır. Arazi düz ve bağ sahasıdır.



- (63) Kestane Renkli toprak grubundan olan örnek, Kuşçuburnunu 200 m geçince Torbalı yolu üzerinden alınmıştır. Tepkime alkali, bünye tınlıdır. Üzerinde yulaf tarımı vardır.
- (65) Şirinyer-Karabağlar arasından alınmıştır. Kestane Renkli toprak grubundan olan örnek, tınlı ve alkali-dir. Üzerinde sebze (bakla) tarımı yapılmaktadır.\*

### 3.2. YÖNTEM

#### 3.2.1. Toprak örneklerinin alınması ve analize hazırlanmasında uygulanan yöntemler:

Araştırmada kullanılan toprak örnekleri 15 Ağustos 1973 ile 17 Eylül 1973 tarihleri arasında, Jackson (1958) tarafından öngörülen kurallara uygun olarak pulluk derinliğinden (0-25 cm) alınmıştır. Örneklerin alınacağı yerlerin saptanmasında Toprak-Su Genel Müdürlüğünce yayınlanan İzmir ili toprak envanter raporundan (1972) ve bu rapora ekli 1/100.000 ölçekli toprak haritasından yararlanılmıştır. Ayrıca, 1954 yılında Oakes ve Arıkök tarafından hazırlanmış olan 1/800.000 ölçekli Türkiye toprak haritası ve MTA Enstitüsünün İzmir ili jeoloji haritası aynı amaçla kullanılmıştır. Karma yüzey örneği halinde alınarak plastik torbalara doldurulan topraklar seraya getirilerek havada kurutuldu. İçlerinde bulunan iri taşlar ve bitki artıkları ayıklandıktan sonra, tokmak ve el merdanesiyle ufanılarak 2 mm'lik elekten geçirildi. Her toprak örneğinden 2 kg'lık bir bölüm plastik kutulara konularak laboratuvar çalışmalarını için saklandı. Kalan eleme topraklar sera denemesinde kullanıldı.

---

\*: Toprak niteliklerini açıklayan analiz sonuçları, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri bölümünde verilmiştir.

3.2.2. Toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler:

Toprak tepkimesi (pH):

Su ile doyurulmuş toprak örneklerinin tepkimeleri cam ve kalomel elektrodlu Beckman H-4 pH-metresiyle ölçüldü (Jackson, 1958).

Bünye:

Toprakların % kum, % mil ve % kil kapsamaları hidrometre yöntemi uygulanarak bulundu (Bouyoucos, 1955). Bünye sınıfları, alınan sonuçların bünye üçgenine uygulanmasıyla saptandı (Black, 1957).

CaCO<sub>3</sub>:

Toprak örneklerinin % CaCO<sub>3</sub> kapsamaları Scheibler kalsimetresiyle belirlendi (Çağlar, 1949).

Eriyebilir toplam tuz:

% toplam eriyebilir tuz miktarları Richards (1954) tarafından öngörülen yöntemle saptandı.

Organik madde:

Reuterberg ve Kremkus yöntemi ile bulunan organik karbon miktarları 1,724 ile çarpılarak toprakların organik madde kapsamaları hesaplandı (Kovancı, 1964; Black, 1965).

Katyon değişim kapasitesi:

Toprak, 1 N sodyum asetat ile doyurulduktan sonra % 96'lık etil alkol ile yıkandı ve 1 N amonyum asetat uygulanarak elde edilen süzükte Na<sup>+</sup> iyonu Beckman alev spektrofotometresiyle bulundu (Jackson, 1958).

Değişebilir katyonlar:

Etil alkolle yıkanan toprak örneklerinden eriyebilir tuzlar uzaklaştırıldıktan sonra 1 N amonyum asetat uygulandı. Elde edilen süzükte Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> Beckman alev spektrofotometresiyle belirlendi (Jackson, 1958). Değişebilir Ca<sup>++</sup> + Mg<sup>++</sup>, versenat

titrasyonu ile saptandı. pH'sı 7'den büyük topraklarda  $Ca^{++} + Mg^{++}$  hesap yoluyla bulundu (Black, 1965).

Total fosfor:

% 70'lik  $HClO_4$  ile elektrik ocagi (hot plate) üzerinde yakılan topraklar mavi bantlı filtre kâğıdından süzöldü. Süzük santrifüj edilerek molibdatvanadat karışımıyla renklendirildi. Oluşan sarı rengin ışık geçirgenliği 440 nm dalga boyunda, Spectronic-20 kolorimetresiyle okundu. Toprakların total fosfor kapsamları hazırlanan standart egriden bulundu (Tandon ve arkadaşları, 1968).

Organik fosfor:

240°C'de yakılan toprak örnekleri yanında yakılmamış topraklarda da Black (1965) tarafından verilen yöntemle göre fosfor analizi yapılır. Yakılmış ve yakılmamış örneklerde saptanan fosfor miktarları farkından organik fosfor hesaplandı (Black, 1965).

İnorganik fosfor:

Analiz yoluyla saptanan total fosfor miktarlarından organik fosfor çıkartılarak hesap yoluyla bulundu.

3.2.3. Toprakların alınabilir fosfor kapsamlarının belirlenmesinde uygulanan yöntemler:

Araştırmamızda sera denemesinden elde edilen biyolojik veriler ve radyoizotop seyreltme tekniğine dayanan L değeri sonuçlarıyla karşılaştırmak üzere 8 kimyasal yöntem uygulanmıştır. 7'si kolorimetrik, 1 tanesi de radyometrik olan bu yöntemlerin seçiminde aşağıdaki noktalar göz önüne alınmıştır.

1- Daha önceden yapılan benzer çalışmalarla -Ege bölgesi dışında- tüm Türkiye topraklarına uygulanabilecek kimyasal yöntemler saptanmış ve biyolojik yöntemlerle verdikleri korelasyon katsayılarına göre sıralanmışlardır. Kullandığımız kimyasal yöntemler bu çalışmalarda ilk iki sırayı alan yöntemlerdir.

2- Gerek tarım örgütlerimizde, gerekse bilimsel, araştırma kurumlarımızda en yaygın kullanılan yöntemler, araştırmamızda uygulanan yöntemlerdir.

3- Dünyada ve yurdumuzda bu konuda yapılan çalışmaların çoğunluğunda, kullandığımız yöntemler ele alınmıştır.

4- Seçilen yöntemlerin uygulanması ve kimyasal maddelerin sağlanması kolaydır.

Çalışmamızda uygulanan alınabilir fosfor belirleme yöntemlerinin adları, toprak çözücü oranları ve çalkalama süreleri Çizelge. 3'te toplu olarak gösterilmiştir. Bu yöntemlerin uygulanması sırasında her örnek mavi bandlı filtre kâğıdından (589<sup>3</sup>) süzölmüş ve 20 dakika santrifüj edilmiştir. Bingham, Olsen ve Chumachenco yöntemlerinde saydam süzük elde etmek amacıyla, örnek başına 0,25 gr (çalkalama çözeltisiyle süzükte fosfor kalma-yıncaya kadar yıkınmış), hayvansal kömür (Darco) kullanılmıştır (Ülgen ve Ateşalp, 1972).

Bu yöntemlerden radyometrik olan E değerinin belirlenmesi için 0,01 M CaCl<sub>2</sub> çözeltisi içine milimetresinde 5 µg fosfor kapsayacak şekilde P<sup>32</sup> ile etiketlenmiş, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> katılarak çalkalama çözeltisi hazırlandı. 5 gr toprak üzerine 50 cm<sup>3</sup> ana çözeltisi konularak çalkalama aletinde 24 saat çalkalandı. Bu süre sonunda süzölen örneklerden 1 cm<sup>3</sup> sayım kabına alındı ve infraruj lamba altında kurutuldu. Örneklerin radyoaktiviteleri G-M tübü kullanılarak saptandı. Diğer yandan süzükte total fosfor analizi yapılarak çalkalamadan önceki ve sonraki özgül aktiflikler bulundu. E değerleri,

$$E = B \left( \frac{S_b^x}{S_s^x} - 1 \right)$$

formülünden hesaplandı. Burada,

( )

Çizelge. 3 Araştırmada uygulanan fosfor belirleme yöntemleri

Yöntemin Adı	Çözücü	Toprak çözücü oranı	Çalkalama süresi
Bingham (1949)	Saf su	1:10	5 dak.
Bray-Kurtz No. 1 (1945)	0,025N HCl÷0,03 N NH <sub>4</sub> F	1:7	1 dak.
Bray-Kurtz No. 2 (1945)	0,1 N HCl÷0,03 N NH <sub>4</sub> F	1:7	40 san.
Miller-Axley (1956)	0,03 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ÷0,03 N NH <sub>4</sub> F	1:7	5 dak.
Kacar (1964)	0,06 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ÷0,03 N NH <sub>4</sub> F	1:7	5 dak.
Olsen ve ark. (1954)	0,5 M NaHCO <sub>3</sub> pH= 8,5	1:20	30 dak.
Chumachenko (1958)	% 2 (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1:20	5 dak.
E değeri Olsen (1953)	P <sup>32</sup> ile etiketli KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1:10	24 saat

B= Toprakla karıştırılan total fosfor miktarı (ppm)

$S_b^x$  = Ana çözeltili özgül aktifliği

$S_s^x$  = Süzuntünün özgül aktifliğidir (IAEA technical reports series. 29, 1964).

#### 3.2.4. Sera denemesi yöntemi:

Sera denemesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Besleme Kursusu serasında 3 tekrarlamalı olarak düzenlendi. Jenny ve arkadaşları (1950) yöntemi temel alınarak planlanan yetiştirme denemesinde 1 kg toprak alabilen, içleri çok hafif sırlı, toprak saksılar kullanıldı. Kontaminasyonu önlemek amacıyla saksıların altına plastik su toplama kapları yerleştirildi. Artan miktarlardaki fosforlu gübrenin bitkiler üzerindeki etkilerini incelemek ve toprakların L değerlerini saptamak amacıyla saksılara aşağıda gösterilen dozlarda fosforlu gübre uygulandı.

1-  $P_0$ : Tanık (fosforlu gübre verilmedi)

2-  $P_1$ : 30 ppm fosfor ( $P^{32}$  ile etiketli olarak verildi)

3-  $P_2$ : 60 ppm fosfor ( $P^{32}$  ile etiketli olarak verildi)

$P_1$  ve  $P_2$  dozlarında fosfor kaynağı olarak  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$  kullanıldı. Eriyik haline getirilen monokalsiyum fosfat, özgül aktifliği 1  $\mu Ci/mgP$  olacak şekilde  $P^{32}$  ile etiketlendi. Bu durumda  $P_1$  dozunda saksı başına düşen aktivite 30  $\mu Ci$ ,  $P_2$  dozunda ise 60  $\mu Ci$ 'dir.  $P^{32}$  ile etiketleme işlemi Çekmece Nükleer Araştırma Merkezinden sağlanan  $H_3P^{32}O_4$  ile gerçekleştirildi. Ayrıca ekimden önce 40 ppm N, 20 ppm K, bitkileri seyreltme işleminden 2 hafta sonra da tekrar 40 ppm N ve 25 cc mikroelement çözeltisi olmak üzere tüm saksılara eşit miktarlarda besin maddesi verildi.

Toprakların ekime hazırlanması için 1 kg kuru toprak plastik leğene kondu ve yukarıda açıklanan miktarlarda N,P,K içe-

ren 100 cc çözeltili ile iyice karıştırıldı. Saksılara doldurulan topraklar üzerine 7 Eylül 1976 tarihinde 15 adet yulaf tohumu (Yeşilköy-330) ekildi. Can suyu verilerek üstleri örtülen saksılar çimlenmeye bırakıldı.

Çimlenme 7 günde tamamlandı ve bundan 1 hafta sonra seyreltme yapılarak saksılarda 8 bitki bırakıldı. Bu andan itibaren tarla kapasitesine getirilen saksıların su gereksinimi hergün kontrol edilerek gerekli su verildi. Yetiştirme süresince bitkilerde herhangi bir hastalık ve zararlı etkisi görülmedi. Fosfor dozlarından ileri gelen büyüme farklılıkları 3 hafta sonra gözlenmeye başlandı. Çimlenme sonrasında 2 ay yetiştirilen bitkiler, 13 Kasım 1976 tarihinde toprak yüzeyinden kesilerek hasat edildiler.

### 3.2.5. Bitki analiz yöntemleri:

Bitkilerin analize hazırlanması: Hasat edilen bitkiler iyice yıkanarak kese kâğıtlarına konuldu ve 48 saat süreyle kurutma dolabında 105 C<sup>0</sup>'de kurutuldu. Kuru ağırlıkları saptanan örnekler 1 mm elekli ağırmende öğütüldü. 1 gr öğütülmüş örnek ayrıntıları Kacar (1972) tarafından verilen yöntemine göre, Nitrik-perklorik asit karışımıyla yaş olarak yakıldı. Süzülen bitki örneklerinden elde edilen süzuntu saf su ile 100 cm<sup>3</sup>'e tamamlandı.

Bitkide total fosfor analizi: Analize hazır duruma getirilen bitki örneklerinin total fosfor kapsamı, Kacar (1972) tarafından açıklanan Barton (1948) yöntemi uygulanarak Spectronic-20 kolorimetresiyle saptandı.

Bitkide radyoaktif fosfor (P<sup>32</sup>) analizi: Yaş yakma işlemi sonucunda 100 cm<sup>3</sup>'e tamamlanmış bulunan örneklerden 1 cm<sup>3</sup> alınarak sayım kaplarına kondu ve infraruj lamba altında kurutuldu. Radyoaktivite sayımları G-M tübü bağlanmış Panax-7000 sayıcısı kullanılarak yapıldı. Bitkilerin kapsadıkları P<sup>32</sup> miktarları, sera denemesi sonunda toprakla karıştırılan ve özgül aktifliği 1  $\mu$ Ci/mg P olan çözeltiliden alınarak saklanmış bulunan standart



ile karşılaştırılarak belirlendi. Böylece bitkilerin gübreden almış olduğu fosfor miktarları saptandı. Bu miktarlar bitkide bulunan total fosfordan çıkartılarak topraktan alınan fosfor miktarları bulundu (IAEA technical reports series. 29, 1964).

3.2.6. L değeri yöntemi:

Larsen (1952) tarafından geliştirilmiş olan ve temeli izotop seyreltme tekniğine dayanan L değeri yöntemi, özgül aktifliği belirli bir fosfor çözeltisiyle iyice karıştırılan topraklar üzerinde yulaf yetiştirilerek uygulandı. Yetiştirme süresi sonunda bitkide bulunan fosforun özgül aktifliği saptanarak, özgül aktiflikler oranından toprağın "Labil" fosfor kapsamı olarak tanımlanan L değeri hesaplandı. 8 haftalık yetiştirme süresi sonunda bitkide bulunan  $P^{31}$  ve  $P^{32}$  miktarları saptanarak bitkide bulunan fosforun özgül aktifliği hesaplandı. Diğer yandan toprağa karıştırılan çözeltiden ayrılarak saklanan standartın özgül aktifliği ölçüldü. Bu verilere dayanarak toprakların L değerleri,

$$L = B \left( \frac{S^x \text{ güb.}}{S^x \text{ bit.}} - 1 \right)$$

bağlantısıyla bulundu.

Burada,

B= Toprakla karıştırılan toplam fosfor miktarı

$S^x$  güb.= Gübre fosforu özgül aktifliği

$S^x$  bit.= Bitki fosforu özgül aktifliğidir (Larsen ve Cooke, 1961)

Tonumda bulunan fosfor miktarının L değeri üzerine etkisini ortadan kaldırmak için % 1'lik HCl ile defalarca yıkanıp fosfordan arıtılmış kuvars kumu kullanılarak bir kör deneme yapıldı. Hiç fosfor kapsamıyan bu ortamda yetiştirilen bitkilerde bulunan fosfor miktarları, bitki fosforu özgül aktifliğinin hesabında gözönüne alındı. Bitki fosforu özgül aktifliği,

$$S^x \text{bit.} = \frac{S}{1-F}$$

formülüyle hesaplandı. Bu bağıntıda,

S= Hasat edilen bitkide fosfor özgül aktifliği

F= Bitkiye tohumdan gelen fosfor miktarıdır (Larsen ve Gunary, 1964).

### 3.2.7. Toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler:

Fosfor adsorpsiyon kapasitesi: 0,01 M CaCl<sub>2</sub> çözeltisi içine mililitresinde 5 mg P bulunacak şekilde P<sup>32</sup> ile etiketlenmiş KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> katılarak çalkalama çözeltisi hazırlandı. Mikrobial aktiviteyi önlemek amacıyla çözeltiliye 1-2 damla toluen damlatıldı. 5 gr toprak üzerine çalkalama çözeltisinden 50 cm<sup>3</sup> konuldu. Karışım oda sıcaklığında, 2 dakika, 1 gün, 4 gün, 8 gün ve 12 günlük zaman aralıklarıyla, dakikada 45 devir yapan çalkalama aletinde çalkalandı. Çalkalama süreleri sonunda mavi bantlı filtre kâğıdından süzülen örneklerden elde edilen süzüntü 15 dakika santrifüj edildi. 1 cm<sup>3</sup> süzük sayım kabına alınarak infraruj lamba altında kurutuldu. Kuruyan örneklerin radyoaktiviteleri, pencere kalınlığı 2 mg/cm<sup>2</sup> olan G-M dedektörü bağlanmış Panax-7000 sayacı kullanılarak ölçüldü (IAEA technical reports series 29, 1964). Adsorpsiyon kapasitesi, çalkalama çözeltisinde bulunan fosfor miktarı (P<sub>i</sub>) ve süzüntüde bulunan fosfor miktarı (P<sub>s</sub>)'den yararlanarak,

$$\% \text{ Ads.} = \frac{P_i - P_s}{P_i} \times 100$$

bağıntısından hesaplandı (Kacar ve arkadaşları, 1975). Ayrıca adsorbe edilen fosfor miktarları 100 gr toprakta mg olarak değerlendirildi.

Fosfor fiksasyon kapasitesi: Adsorpsiyon kapasitelerinin belirlenmesi sırasında filtre kâğıdı üzerinde kalan toprak 150 ml etil alkol ile yıkanarak kurutuldu. İyice karıştırılan örnekten 1 gr tartıldı. Üzerine 10 cm<sup>3</sup> su katılarak çalkalama aletinde 5 dakika çalkalandı. Mavi bantlı filtre kâğıdından süzülen örnek santrifuj edildi. Süzüntüden 1 cm<sup>3</sup> alınarak sayım kabına kondu ve infraruj lamba altında kurutulularak daha önce açıklanan koşullarda radyoaktivite sayımı yapıldı. Böylece toprakların suda eriyebilir formda adsorbe etmiş oldukları fosfor miktarları saptanmış oldu. Bu miktarlar daha önce bulunmuş olan adsorpsiyon kapasitelerinden çıkarılarak toprakta suda erimez formda tutulmuş olan fosfor miktarları, diğer bir deyimle toprakların fosfor fiksasyon kapasiteleri hesaplandı (Kovancı ve Kılınç, 1977).

### 3.2.8. İstatistik yöntemler:

Radyoaktivite sayımlarının değerlendirilmesi ve background düzeltmeleri Şenvar (1964) tarafından belirtilen formüller uygulanarak yapıldı. Elde edilen sonuçların istatistik değerlendirilmeleri ise Düzgüneş (1963) ve Manas (1972)'dan yararlanılarak hazırlanan varyans analizi, tekli ve çoklu korelasyon-regresyon programlarıyla Ege Üniversitesi Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsünde I.B.M.-370 ile gerçekleştirildi. Korelasyon katsayılarının birbirinden farklılıkları Fisher'in Z transformasyonuna göre kontrol edildi (Steel ve Torrie, 1960).

### 3.2.9. Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri:

Araştırma materyalini oluşturan toprak örneklerinin bazı önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge. 4'te verilmiştir. Söz konusu çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi toprak örneklerinin tepkimeleri 5,20 ile 8,00 arasında bulunmaktadır. Millar ve arkadaşları (1958) tarafından verilen pH sınıflamasına göre, araştırma topraklarının tepkimeleri orta de-

Çizelge. 4 İzmir ili tarım topraklarının bazı önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak No:	Lab. No:	pH	% CaCO <sub>3</sub>	BÜNYE				Sınıfı	% Tuz	% Organik madde	Değişebilir katyonlar m.e/100 gr				C.E.C. m.e/100 gr
				% Kum	% Mill	% Kil					Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>		
1	1	7,45	1,65	49,08	42,36	8,56	Tın	0,035	1,27	0,09	0,28	8,87	9,24		
2	2	6,75	1,73	59,08	37,36	3,56	Kumlu Tın	0,031	2,55	0,13	0,43	8,00	9,78		
3	3	7,80	3,20	49,08	39,36	11,56	Tın	0,072	1,86	0,24	0,44	17,80	18,48		
5	4	7,55	1,98	47,08	43,36	9,56	Tın	0,122	1,22	0,63	0,28	22,87	23,78		
6	5	7,40	1,73	47,08	38,36	14,56	Tın	0,070	1,68	0,33	0,97	22,40	23,70		
9	6	7,60	2,81	11,08	70,36	18,56	Siltli Tın	0,059	1,68	0,41	0,16	18,33	18,90		
11	7	7,20	1,61	55,08	32,36	12,56	Kumlu Tın	0,041	1,55	0,16	0,43	13,00	13,59		
12	8	7,25	0,95	13,08	72,36	14,56	Siltli Tın	0,048	1,17	0,55	0,53	26,09	27,17		
13	9	6,55	1,16	75,44	20,00	4,56	Tınlı Kum	0,030	0,49	0,89	0,18	31,60	34,92		
14	10	7,50	33,02	19,44	75,00	5,56	Siltli Tın	0,093	1,14	0,09	0,40	7,39	7,88		
17	11	7,30	48,78	17,30	50,14	24,56	Siltli Tın	0,067	1,32	0,52	0,74	24,24	25,50		
18	12	7,50	2,60	39,30	45,14	15,56	Tın	0,096	1,55	0,74	0,45	41,88	43,07		
19	13	7,10	1,62	48,02	38,36	13,56	Tın	0,045	1,22	0,40	0,18	13,02	13,60		
20	14	7,70	6,22	51,08	39,36	9,56	Kumlu Tın	0,049	1,11	0,35	0,30	10,76	11,41		
21	15	7,40	6,97	19,08	80,36	0,56	Silt	0,745	1,50	3,59	1,30	29,09	33,97		

Çizelge . 4'ün devamı

Doprak No:	Lab. No:	pH	% CaCO <sub>3</sub>	BÜNYE					% Tuz	% Organik madde	Değişebilir kanyonlar				C.E.C. m.e/100 gr
				% Kum	% Mil	% Kil	Sınıflı	m.e/100 gr Na <sup>+</sup>			K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>			
23	16	7,15	1,24	62,08	30,36	7,56	Kumlu Tın	0,038	1,39	5,65	4,73	30,77	41,25		
25	17	6,30	1,16	60,72	26,00	13,28	Kumlu Tın	0,050	0,59	0,39	0,63	26,15	27,17		
28	18	8,00	7,53	12,72	32,00	55,28	Killi Tın	0,185	2,46	9,67	3,71	43,60	56,98		
29	19	7,65	6,91	41,72	44,00	14,28	Tın	0,085	1,55	0,89	0,72	39,64	41,25		
30	20	7,55	6,48	32,72	30,00	37,28	Killi Tın	0,097	1,45	0,74	1,04	43,00	44,78		
33	21	7,60	5,82	37,72	35,00	27,28	Killi Tın	0,075	1,58	0,74	0,68	36,20	37,62		
34	22	6,20	1,25	26,72	40,00	23,28	Tın	0,071	1,73	0,74	0,43	32,40	34,07		
35	23	6,55	1,25	67,72	23,00	9,28	Kumlu Tın	0,054	0,57	0,26	0,72	13,40	15,35		
36	24	7,55	6,40	16,72	26,00	47,28	Kil	0,690	1,89	0,84	1,24	40,80	46,88		
39	25	7,75	3,41	26,72	52,00	21,28	Siltli Tın	0,099	1,77	0,93	1,18	38,40	40,51		
41	26	6,40	0,91	65,72	27,00	7,28	Kumlu Tın	0,048	0,69	0,17	1,75	15,34	17,26		
42	27	7,35	1,91	28,72	56,00	15,28	Siltli Tın	0,140	1,29	0,46	0,46	16,88	17,80		
43	28	6,60	0,66	72,72	24,00	3,28	Kumlu Tın	0,047	0,31	0,07	0,24	6,60	8,42		
44	29	6,75	0,62	68,72	28,00	3,28	Kumlu Tın	0,030	0,88	0,04	0,18	4,40	6,78		
46	30	6,50	0,66	68,72	26,00	5,28	Kumlu Tın	0,030	0,69	0,04	0,22	6,80	7,47		
50	31	7,25	1,42	55,72	21,28	2,00	Kumlu Tın	0,036	0,22	0,40	0,36	10,09	10,85		

Çizelge. 4'ün devamı

Toprak No:	Lab. No:	pH	CaCO <sub>3</sub> %	BÜNYE					Sınıfı	Tuz %	Organik madde %	Değişebilir katyonlar m.e/100 gr				C.E.C. m.e/100 gr
				% Kum	% Mil	% Kil	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>				Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>				
51	32	5,20	1,34	60,72	34,28	5,00	Kumlu Tın	0,062	1,14	0,07	0,32	5,80	7,47			
53	33	6,65	1,33	48,72	38,28	13,00	Tın	0,099	0,98	0,82	0,17	12,20	15,35			
56	34	7,25	14,97	34,72	47,28	18,00	Tın	0,056	1,77	0,46	0,34	20,40	21,20			
59	35	7,50	12,02	38,72	37,28	24,00	Tın	0,051	0,96	0,07	0,32	23,60	23,99			
60	36	7,65	9,81	12,72	34,28	53,00	Kil	0,117	0,93	1,88	0,84	62,00	64,72			
62	37	7,70	7,40	32,72	31,28	36,00	Siltli Tın	0,044	1,65	0,29	0,51	15,65	16,44			
63	38	7,80	12,41	46,72	36,28	17,00	Tın	0,036	1,29	0,41	0,30	23,96	24,67			
65	39	7,80	18,25	32,72	47,28	20,00	Tın	0,047	2,73	0,57	0,34	26,40	27,31			
En düşük		5,20	0,62	11,08	20,00	0,56	-	0,030	0,22	0,04	0,18	4,40	6,78			
En yüksek		8,00	48,78	75,44	80,36	55,28	-	0,745	2,73	9,67	4,73	62,00	64,72			



rece asitten hafif alkaliye kadar değişim göstermekte ve çoğunluğu hafif alkali toprakları oluşturmaktadır.

$\text{CaCO}_3$  kapsamaları % 0,62 ile % 48,78 arasında bulunan 39 toprak örneğinin 20 tanesi kireççe yoksul ( $\% \text{CaCO}_3 \leq 2,5$ ), 13 tanesi kireçli ve kireççe zengin ( $\% \text{CaCO}_3 = 2,5-10$ ), 6 tanesi ise kireççe çok zengin ( $\% \text{CaCO}_3 > 10$ ) topraklar sınıfına girmektedir (Evliya, 1960).

Yapılan mekanik analiz sonucunda, toprakların kum kapsamalarının % 11,08 ile % 75,44, mil kapsamalarının % 20 ile % 80,36, kil kapsamalarının ise % 0,56 ile % 55,28 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Bu durumda toprak örneklerinin genellikle orta bünyeli oldukları ve çoğunluğunun tınlı bünyeye sahip buldukları yargısına varılmaktadır.

Araştırma topraklarının organik madde kapsamaları ise % 0,22 ile % 2,73 arasındadır. Çizelge. 4'te yer alan organik madde sütunu incelenirse, 28 numaralı Bozköy ve 65 numaralı Şirinyer toprakları dışında kalan tüm toprakların organik maddece yoksul bulunduğu anlaşılmaktadır. Nitekim Kovancı (1964), İzmir ili tarım topraklarının % 77'sinin organik maddece yoksul olduğunu saptanmıştır.

Örneklerin eriyebilir % tuz kapsamalarına gelince, en düşük tuz kapsamının % 0,03 ve en yüksek kapsamının ise % 0,745 olduğu görülmektedir. Strogonov (1964) tarafından verilen sınıflamaya göre, 21 numaralı Tuzçullu toprağı dışındaki toprak örneklerinde tuzluluk söz konusu değildir. Ancak 21 numaralı toprak yüksek oranda tuz içermektedir.

Değişebilir katyonlardan sodyum miktarları 0,04 ile 9,67, potasyum miktarları 0,18 ile 4,73,  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  miktarları ise 4,40 ile 62,00 m.e/100 gr arasında bulunan toprak örneklerinin katyon değişim kapasiteleri 6,78 ile 64,72 m.e/100 gr arasında saptanmıştır.



#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

##### 4.1. İzmir ili tarım topraklarının total, inorganik ve organik fosfor durumu ve bunların toprak özellikleriyle ilişkileri:

İzmir topraklarının total, inorganik ve organik fosfor kapsamalarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar Çizelge. 5'te, bunların toprak özellikleriyle güvenilir bulunan ilişkileri ise Çizelge. 6'da gösterilmiştir. Söz konusu çizelgelerin incelenmesinden varılabilecek sonuçlar 2 bölümde ele alınabilir.

##### 4.1.1. İzmir topraklarının total, inorganik ve organik fosfor durumu:

Çizelge. 5'ten izlendiği gibi, İzmir topraklarının total fosfor kapsamaları 100 ile 1360 ppm, inorganik fosfor kapsamaları 81,7 ile 1257,7 ppm, organik fosfor kapsamaları ise 17,4 ile 128,1 ppm arasında değişim göstermektedir. İnorganik ve organik fosfor miktarları total fosforun %'si olarak değerlendirilirse, bölge topraklarında total fosforun % 45,4 ile 94,6 arasında değişen miktarlarının inorganik, % 5,1 ile 54,6 arasında değişen miktarlarının ise organik formda bulunduğu anlaşılmaktadır. En yüksek miktarda total ve inorganik fosfor 18 numaralı Karaburun-Saip toprağında saptanmış olup, bunu sırasıyla 65 numaralı Şirinyer ve 39 numaralı Bölcek toprakları izlemiştir. Total ve inorganik fosfor miktarları en düşük bulunan topraklar ise 23 numaralı Foça-Mersinaki, 33 numaralı Yahşabey ve 14 numaralı Çeşme-Ovacık topraklarıdır. İnorganik ve organik fosfor miktarları birbirleriyle karşılaştırıldığında, Nohut gölü yatagından alınan 60 numaralı örnek dışındaki tüm toprakların organik fosfor miktarlarının oldukça düşük, buna karşılık inorganik fosfor miktarlarının organik fosfora oranla çok yüksek bulunduğu görülmektedir.

Çizelge. 5 İzmir ili tarım topraklarının total, inorganik ve organik fosfor miktarları

Toprak No:	Lab. No:	Total P ppm	İnorganik F ppm	Organik F ppm	Total fosforun %'si olarak	
					İnorganik P	Organik P
1	1	340	295,8	44,2	87,0	13,0
2	2	624	526,7	97,2	84,4	15,6
3	3	452	368,0	84,0	81,4	18,6
5	4	628	564,5	63,5	89,8	10,2
6	5	284	208,3	75,7	73,3	26,7
9	6	512	421,4	90,6	82,3	17,7
11	7	612	524,5	87,5	85,7	14,3
12	8	236	180,7	55,3	76,6	23,4
13	9	168	140,0	28,0	83,3	16,7
14	10	144	103,0	41,0	71,5	28,5
17	11	204	141,6	62,4	69,4	30,6
18	12	1360	1257,7	102,3	92,5	7,5
19	13	520	429,9	90,1	82,7	17,3
20	14	596	563,5	32,5	94,5	5,5
21	15	644	591,6	52,4	91,7	8,3
23	16	100	82,6	17,4	82,6	17,4
25	17	760	673,2	86,8	88,6	11,4
28	18	560	443,6	116,4	79,2	20,8
29	19	344	276,3	67,7	80,3	19,7
30	20	288	244,7	43,3	85,0	15,0
33	21	136	105,7	30,3	77,7	22,3
34	22	748	670,8	77,2	89,7	10,3
35	23	488	434,2	53,8	89,0	11,0
36	24	452	340,5	111,5	75,3	24,7
39	25	812	715,6	96,4	88,1	11,9

Çizelge. 5'in devamı

Toprak No:	Lab. No:	Total P ppm	İnorganik P ppm	Organik P ppm	Total fosforun %'si olarak	
					İnorganik P	Organik P
41	26	728	655,5	72,5	90,0	10,0
42	27	428	350,5	77,5	81,9	18,1
43	28	420	363,6	56,4	86,6	13,4
44	29	484	421,0	63,0	87,0	13,0
46	30	508	415,7	92,3	81,8	18,2
50	31	728	691,0	37,0	94,9	5,1
51	32	232	209,2	22,8	90,2	9,8
53	33	358	311,2	46,8	86,9	13,1
56	34	478	411,8	66,2	86,2	13,8
59	35	246	203,8	42,2	82,8	17,2
60	36	180	81,7	98,3	45,4	54,6
62	37	554	466,0	88,0	84,1	15,9
63	38	436	388,1	47,9	89,0	11,0
65	39	1036	907,9	128,1	87,6	12,4
En düşük		100	81,7	17,4	94,9	5,1
En yüksek		1360	1257,7	128,1	45,4	54,6

Bu açıklamalardan ve Çizelge. 5'te verilen rakamlardan da anlaşıldığı gibi, İzmir topraklarında total fosforun büyük bir bölümü inorganik formda bulunmakta, buna karşılık topraklar genellikle düşük miktarlarda organik fosfor içermektedirler. Toprakların total ve inorganik fosfor kapsamı oldukça geniş sınırlar içinde değişmekte olup, bölgesel veya toprak gruplarına göre bir ayırım yapma olanakı yoktur. Ancak, Rendzina toprak grubunu temsilen alınan 3 toprak örneğinin (14, 17 ve 29 numaralı topraklar) üzerinde de düşük miktarlarda total fosfor saptanmış olması, bölgede bu toprak grubuna giren alanların diğerlerine oranla fosforca yoksul olduğuna bir kanıt sayılabilir.

4.1.2. Total, inorganik ve organik fosfor miktarlarının toprak özellikleriyle ilişkileri:

İzmir topraklarında saptanan total, inorganik ve organik fosfor miktarlarının birbiriyle ve toprak özellikleriyle vermiş oldukları güvenilir ilişkiler incelenirse (Çizelge. 6), total ve inorganik fosfor miktarları arasında son derece yüksek pozitif bir korelasyon ( $r=0,996^{XX}$ ) bulunduğu görülmektedir. Bu ilişki, bölge topraklarında total fosforu inorganik fosforun temsil ettiğini göstermekte ve organik fosforun inorganik fosfora oranla düşük bulunmasından ileri gelmektedir. Total ve inorganik fosfor miktarlarının toprak özelliklerinden hiçbirisiyle güvenilir ilişki vermemesine karşılık, organik fosforun kil ve kum kapsamlarıyla ilişkileri güvenilir bulunmuştur. Görüldüğü gibi, organik fosforun kil ile ilişkisi pozitif ( $r=0,466^{XX}$ ) ve 0,01, kum ile ilişkisi ise negatif ve 0,05 düzeyinde ( $r=-0,341^X$ ) güvenilir durumdadır.

Bu sonuçlar, organik fosforun killi topraklarda daha fazla bulunduğunu ve topraklarda kil arttıkça organik fosforun da arttığını, buna karşılık kum kapsamının artmasıyla bölge topraklarında organik fosforun azaldığını kanıtlamaktadır. Kum

Çizelge. 6 İzmir ili tarım topraklarının total, inorganik ve organik fosfor kapsamlarının toprak özellikleriyle ilişkileri

DEĞİŞKENLER		Regresyon denklemleri	Regresyon St. hatası	Korelas- yon kat- sayısı	Korelas- yon St. hatası
X	Y				
İnorganik P	Total P	$Y=44,388+1,056 X$	0,016	0,996 <sup>xx</sup>	0,015
% Kil	Organik P	$Y=52,72+0,914 X$	0,301	0,466 <sup>xx</sup>	0,147
% Kum	Organik P	$Y=88,97-0,498 X$	0,226	-0,341 <sup>x</sup>	0,155

xx:  $P < 0,01$

x:  $P < 0,05$

ve kil dışında kalan diğer toprak özelliklerinin organik fosforla ilişkileri güvenilir bulunmamıştır.

İzmir topraklarında değişik yöntemlerle saptanan alınabilir fosfor miktarları da total, inorganik ve organik fosfor kapsamlarıyla güvenilir ilişkiler vermemişlerdir. Bu sonuç, bölge topraklarının total, inorganik ve organik kapsamlarına bakarak alınabilir fosfor miktarları hakkında bir yargıya varmanın olanaksız bulunduğunu ortaya koymaktadır.

#### 4.2. Sera denemesi sonuçları ve elde edilen biyolojik veriler:

##### 4.2.1. Gubre dozlarına bağımlı olarak sağlanan ürün artışları:

İzmir ili tarım toprakları üzerinde 30 ve 60 ppm fosfor uygulanarak yetiştirilen yulaf bitkisinden kuru ağırlık olarak alınan ürün miktarları (gr), tanığa oranla sağlanan % ürün artışları ve

oransal ürün değerleri Çizelge. 7'de gösterilmiştir. Bu verilere dayanılarak yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge. 8'de, L.S.D. testine göre gruplandırılmış ortalamalar ise Çizelge. 9'da belirtilmiştir.

Anılan çizelgelerin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, uygulanan gübre dozlarına bağımlı olarak sağlanan ürün miktarları topraktan toprağa farklı bulunmuş ve gübre dozu arttıkça elde edilen ürün de artmıştır. Toprakların çoğunluğunda  $P_2$  dozunda sağlanan artışlar  $P_1$  dozuna oranla daha fazla olmuştur. L.S.D. testine göre gruplandırılmış ortalamalar incelenirse (Çizelge. 9), gübre dozlarının sağlanmış oldukları ürün artışlarının birbirinden önemli derecede farklı olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge. 8'de yer alan varyans analizi sonuçlarına göre de, ürün farklılıklarının toprakxgübre interaksiyonundan ileri geldiği, gerek gübre dozlarının, gerekse toprak farklılığının ürün miktarlarını güvenilir biçimde ( $P < 0,01$ ) etkilediği ortaya çıkmaktadır. Diğer bir deyimle alınan ürün artışları, toprakların gübre dozlarına gösterdikleri tepkimelerin istatistik anlamda farklı olmasından ileri gelmiştir. Bu nedenle sağlanan ürün artışları geniş sınırlar içerisinde değişmektedir. Ürün artışlarını tanığın %'si olarak değerlendirdiğimizde, en düşük ortalama % artışın 41 numaralı Vakıflar toprağında (% 0,85), en yüksek ortalama % artışın ise 53 numaralı Tire-Mahmutlar toprağında (% 187) saptanmış olduğu görülmektedir. Ürünün % kaçının tanıklardan sağlandığını gösteren oransal ürün miktarlarında da benzer gelişmeler izlenmektedir. Oransal ürün miktarları, 36 ve 41 numaralı topraklarda sırasıyla % 97 ve % 96,7 olarak en yüksek, 53 numaralı toprakta ise % 28,7 ile en düşük durumdadır.

Bu bilgilerin ışığı altında topraklarda tanığa oranla sağlanan % ürün artışları incelenecek olursa, söz konusu artışların 23 numaralı Mersinaki, 25 numaralı Helvacı köy, 34 numara-

Çizelge. 7 Serada yetiştirilen yulaf bitkisinden sağlanan ürün, tanığa oranla sağlanan ürün artışları ve oransal ürün miktarları<sup>x</sup>

Toprak No:	Lab. No:	105°C'de kuru ağırlık (ürün) (gr)			Tanığa oranla % ürün artışı		Tanığa oranla ortalama % artış	Oransal ürün $F_0/P_2 \times 100$
		P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>		
1	1	0,91	1,08	1,17	18,7	28,6	23,65	77,7
2	2	1,01	1,10	1,48	9,0	46,6	27,80	68,2
3	3	0,96	0,98	1,21	3,0	26,0	14,50	79,3
5	4	0,91	1,08	1,42	18,7	56,0	37,35	64,0
6	5	1,03	1,33	1,82	29,1	76,7	52,90	56,6
9	6	1,02	1,58	1,93	54,9	89,2	72,05	52,8
11	7	9,94	1,16	1,45	23,4	54,3	38,85	64,8
12	8	0,78	0,88	1,24	12,8	59,0	35,90	62,9
13	9	1,09	1,50	1,86	37,6	70,6	54,10	58,6
14	10	0,81	0,96	1,14	18,5	40,7	29,60	71,0
17	11	0,74	0,87	1,15	17,6	55,4	36,50	64,3
18	12	0,90	1,10	1,12	22,2	24,4	23,30	81,8
19	13	0,88	0,97	1,47	10,2	67,0	38,60	59,8
20	14	0,94	1,09	1,31	15,9	39,4	27,65	71,7
21	15	0,95	1,31	1,51	37,9	58,9	48,40	62,9
23	16	1,10	1,16	1,14	5,5	3,6	4,55	96,4
25	17	1,37	1,41	1,46	2,9	6,6	4,75	93,8
28	18	1,60	1,75	1,77	9,4	10,6	10,00	90,4
29	19	0,89	1,05	1,31	18,0	47,2	32,60	67,9
30	20	0,87	1,22	1,57	40,2	80,5	60,35	55,4
33	21	0,94	1,19	1,41	26,6	50,0	38,30	66,6
34	22	1,18	1,20	1,34	1,7	13,6	7,65	88,0
35	23	1,28	1,35	1,51	5,5	18,0	11,75	84,8

x: Değerler 3 tekrarlıma ortalamasıdır.



Çizelge. 7'nin devamı

Toprak No:	Lab. No:	105°C'de kuru ağırlık ürün (gr)			Tanığa oranla % ürün artışı		Tanığa oranla ortalama % artış	Oransal ürün $P_0/P_2 \times 100$
		P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>		
36	24	1,31	1,33	1,35	1,5	3,0	2,25	97,0
39	25	1,65	1,60	1,79	0,6	8,4	4,50	92,2
41	26	1,20	1,18	1,24	-1,6	3,3	0,85	96,7
42	27	1,01	1,76	2,34	74,2	131,6	102,90	43,2
43	28	1,38	1,61	1,81	16,6	31,1	23,85	76,2
44	29	0,81	0,99	1,46	22,2	80,2	51,20	55,4
46	30	1,26	1,27	1,35	0,8	7,1	3,95	93,3
50	31	0,71	0,97	1,72	36,6	142,2	89,40	41,3
51	32	1,25	1,43	1,50	14,4	20,0	17,20	83,3
53	33	0,85	1,92	2,96	125,9	248,2	187,05	28,7
56	34	0,69	1,45	2,10	110,1	204,3	157,20	32,9
59	35	0,63	1,32	1,66	109,5	163,5	136,50	37,9
60	36	1,13	1,18	1,46	4,4	29,2	16,80	77,4
62	37	1,01	1,64	1,77	62,3	75,2	68,75	57,1
63	38	0,87	1,12	1,20	28,7	37,9	33,30	77,7
65	39	0,88	0,99	1,12	12,5	27,2	19,85	78,6
En düşük		0,71	0,88	1,12	-1,6	3,0	0,85	28,7
En yüksek		1,60	1,92	2,96	125,9	248,2	187,05	97,0

Çizelge. 8 İzmir ili tarım toprakları üzerinde ve sera koşullarında yetiştirilen yulaf bitkisinin ürün, total P ve % P kapsamalarına ilişkin varyans analizi sonuçları

VARYASYON KAYNAĞI	BAĞIMSIZLIK DERECESESİ	KARELER ORTALAMASI		
		Ürün (g)	Total P (mg)	Fosfor kapsamı % P
Toplam (işlemler)	116			
Topraklar	38	0,164 <sup>xx</sup>	2,268 <sup>xx</sup>	0,09 <sup>xx</sup>
Gübre dozu	2	2,537 <sup>xx</sup>	85,020 <sup>xx</sup>	0,276 <sup>xx</sup>
Hata	76	0,049	0,393	0,0012

xx:  $P < 0,01$

Çizelge. 9 Serada yetiştirilen yulaf bitkisinin ürün miktarı, total P ve % P kapsamalarının L.S.D. testine göre gruplandırılmış ortalamaları

	Gübre uygulamaları	Ortalamalar	Ort. St. hatası	Gruplar
Ürün (g)	P <sub>0</sub>	1,02	0,04	A
	P <sub>1</sub>	1,26	0,04	B
	P <sub>2</sub>	1,53	0,06	C
	Genel Ort.=	1,27	C.V.= % 17,5	
Total P(mg)	P <sub>0</sub>	0,89	0,10	A
	P <sub>1</sub>	2,23	0,22	B
	P <sub>2</sub>	3,84	0,22	C
	Genel Ort.=	2,32	C.V.= % 27	
% P kapsamı	P <sub>0</sub>	0,085	0,008	A
	P <sub>1</sub>	0,175	0,008	B
	P <sub>2</sub>	0,253	0,012	C
	Genel Ort.=	0,171	C.V.= % 20,2	

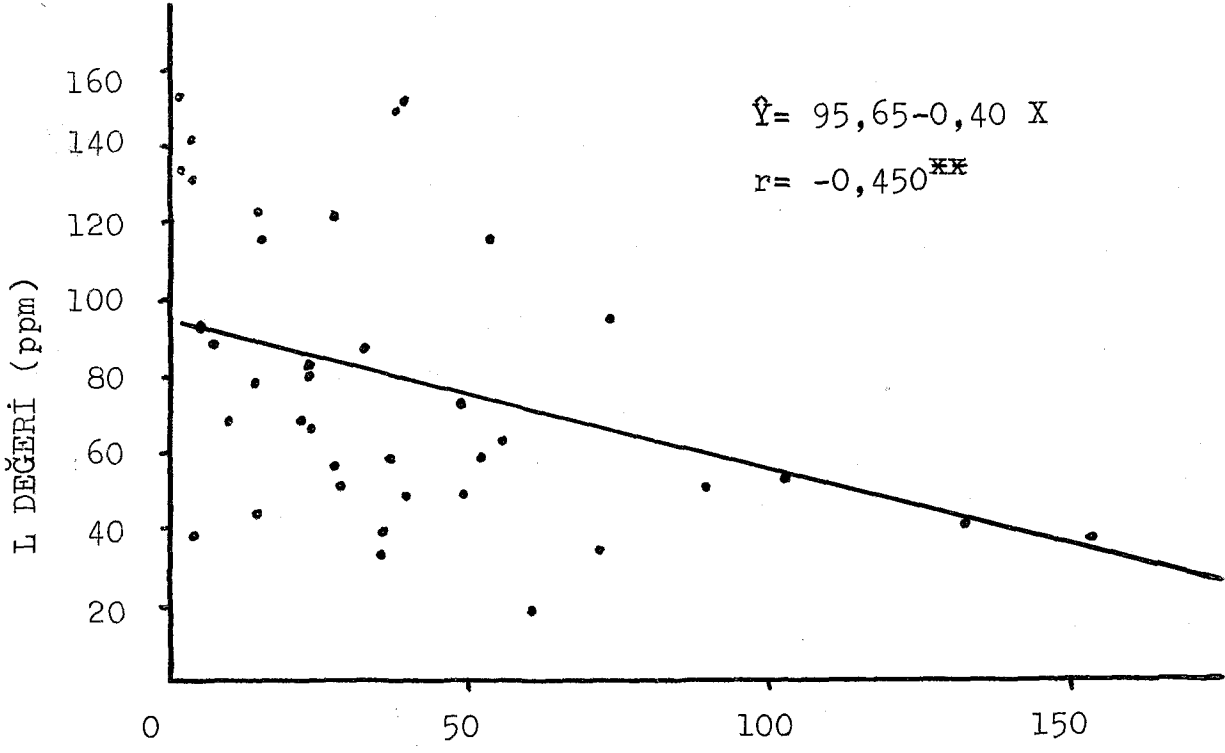
lı Gökçe dere, 36 numaralı Kırıklar, 39 numaralı Bölcek ve 41 numaralı Vakıflar topraklarında % 10'un altında bulunduğu görülmektedir. Buna karşılık, 6 numaralı Bornova, 9 numaralı Sığacık (Resim. 1), 13 numaralı Balçova, 30 numaralı Çandarlı, 42 numaralı Tire (Resim. 2), 44 numaralı Şemsiler, 50 numaralı Akçaşehir, 53 numaralı Mahmutlar (Resim. 3), 56 numaralı Belevi, 59 numaralı Develiköy ve 62 numaralı Şehitler topraklarında tanıklara oranla % 50'nin üzerinde ürün artışı sağlanmıştır. Bunlar dışında kalan diğer topraklarda ise, ürün artışları % 10-50 arasında değişim göstermektedir. Bunlara örnek olarak verilen 2 numaralı Kemalpaşa, 28 numaralı Bozköy ve 35 numaralı Dikili topraklarında fosforlu gübre dozlarının ürüne etkileri sırasıyla Resim. 4, 5 ve 6'da görülmektedir. Bu veriler, İzmir topraklarının çoğunluğunda fosforlu gübrelemeyle ürün artışı sağlanabileceğini ortaya koymakta ve oransal ürün miktarlarından da hareket edilerek aynı sonuca ulaşılmaktadır.

Sera denemesinden elde edilen biyolojik verilerin birbirleriyle ilişkilerini gösteren Çizelge. 10 göz önüne alınınca, ortalama ürün artışlarının gübrelenmemiş saksılarda yetiştirilen bitkilerin fosfor kapsamlarıyla ( $P_0$ ) 0,05 düzeyinde güvenilir ve negatif ( $r=-0,342^x$ ) bir uyarılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Buna paralel olarak, topraktan alınabilir fosfor miktarlarını simgeleyen L değeri sonuçlarıyla ortalama ürün artışları arasında da yine negatif ve 0,01 düzeyinde güvenilir bir ilişki ( $r=-0,450^{xx}$ ) bulunmaktadır (Şekil. 2). Oransal ürün miktarlarının L değeriyle ilişkisi ise pozitif ve 0,01 düzeyinde güvenilir ( $r=0,455^{xx}$ ) durumdadır (Şekil. 3).

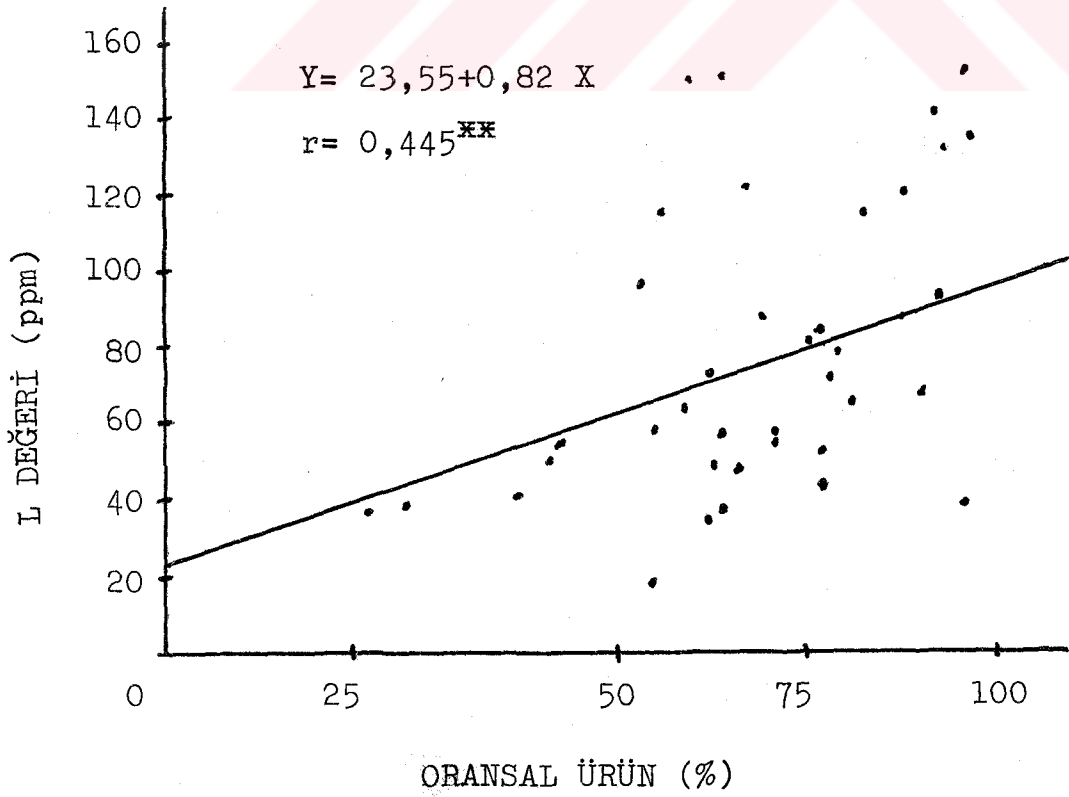
Bu sonuçlar, toprakların alınabilir fosfor kapsamlarının yüksek olması halinde, sağlanan ürün artışlarının azaldığını, düşük olması halinde ise arttığını kanıtlamaktadır.

Çizelge. 10 Sera denemesinden elde edilen biyolojik verilerin birbirleriyle güvenilir bulunan ilişkileri

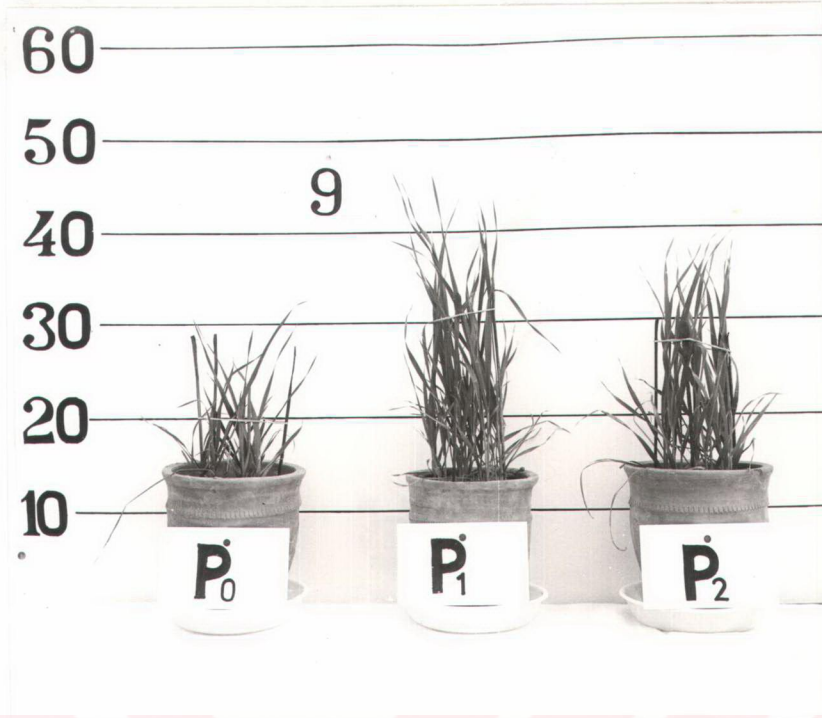
DEĞİŞKENLER		Korelasyon	
X	Y	Katsayısı r	Regresyon denklemi
Ort. ürün artışı	Ort. total P artışı	0,455 <sup>XX</sup>	Y=234,3+3,33 X
Ort. ürün artışı	Ort. L değeri	-0,450 <sup>XX</sup>	Y=95,65-0,40 X
Ort. ürün artışı	Güb.yarar.or. P <sub>2</sub>	0,408 <sup>X</sup>	Y=3,95+0,02 X
Oransal ürün	Ort. L değeri	0,445 <sup>XX</sup>	Y=23,55+0,82 X
Total P artışı	% P artışı	0,884 <sup>XX</sup>	Y=12,99+0,58 X
Total P artışı	Ort. L değeri	-0,551 <sup>XX</sup>	Y=104,06-0,07 X
Total P artışı	P <sub>0</sub>	-0,637 <sup>XX</sup>	Y=653,87-319,66 X
% P artışı	P <sub>0</sub>	-0,556 <sup>XX</sup>	Y=390,2-183,2 X
Ort. L değeri	Topr. alınan P <sub>1</sub>	0,832 <sup>XX</sup>	Y=-0,21+0,01 X
Ort. L değeri	Topr. alınan P <sub>2</sub>	0,800 <sup>XX</sup>	Y=-0,5+0,019 X
P <sub>0</sub>	Ürün artışı	-0,342 <sup>X</sup>	Y=61,82-23,47 X
P <sub>0</sub>	Ort. L değeri	0,672 <sup>XX</sup>	Y=42,85+41,06 X
P <sub>0</sub>	Oransal total P	0,844 <sup>XX</sup>	Y=6,89+17,53 X
P <sub>0</sub>	Topr. alınan P <sub>1</sub>	0,926 <sup>XX</sup>	Y=0,058+0,668 X
P <sub>0</sub>	Topr. alınan P <sub>2</sub>	0,911 <sup>XX</sup>	Y=0,064+1,143 X



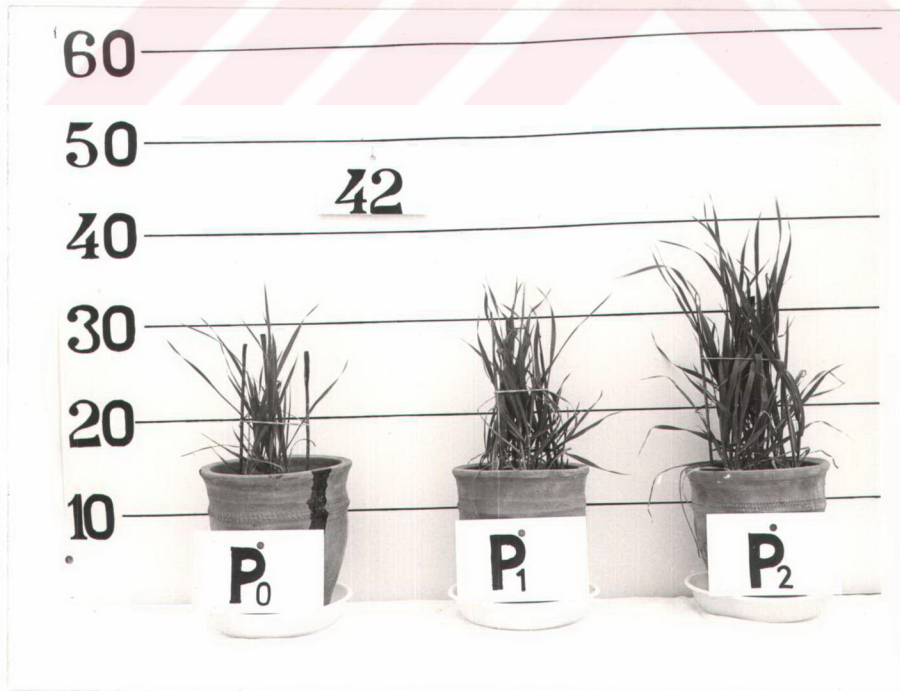
Şekil-2: İzmir topraklarında tanığa oranla sağlanan % ürün artışlarının L değeriyle ilişkisi.



Şekil-3: Oransal ürün miktarlarının L değeriyle ilişkisi.



Resim. 1 Artan dozlarda uygulanan fosforlu gübrenin 9 numaralı Seferihisar-Sığacık toprağında yetiştirilen yulaf bitkisinde ürün üzerine etkisi

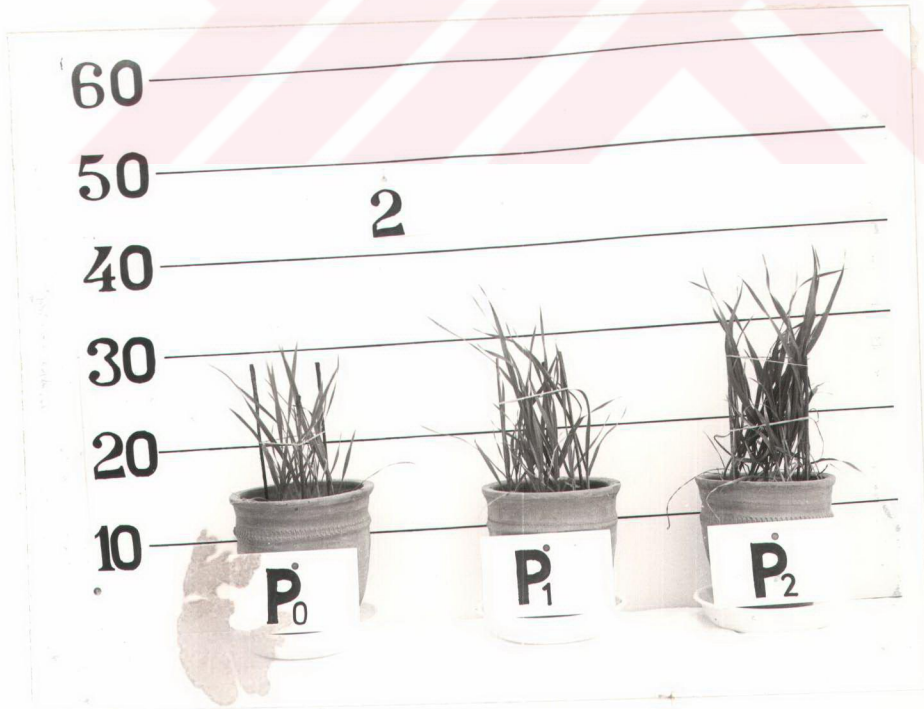


Resim. 2 Artan dozlarda uygulanan fosforlu gübrenin 42 numaralı Tire toprağında yetiştirilen yulaf bitkisinde ürün üzerine etkisi





Resim. 3 Artan dozlarda uygulanan fosforlu gubrenin 53 numaralı Tire-Mahmutlar toprakında yetiştirilen yulaf bitkisinde ürün üzerine etkisi

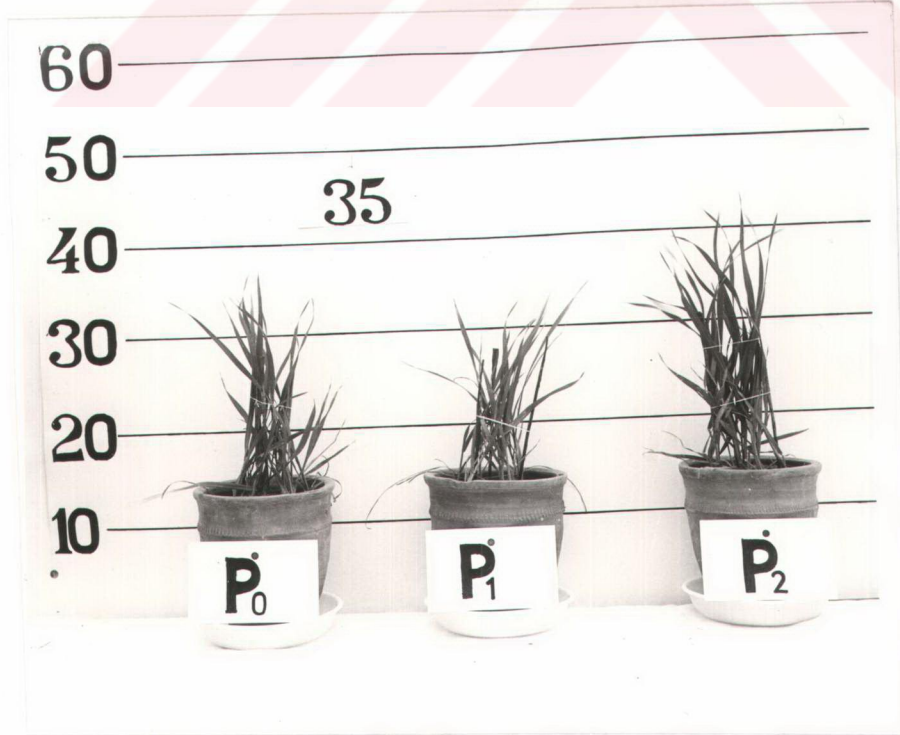


Resim. 4 Artan dozlarda uygulanan fosforlu gubrenin 2 numaralı Kemalpaşa toprakında yetiştirilen yulaf bitkisinde ürün üzerine etkisi





Resim. 5 Artan dozlarda uygulanan fosforlu gübrenin 28 numaralı Bozköy toprağında yetiştirilen yulaf bitkisinde ürün üzerine etkisi



Resim. 6 Artan dozlarda uygulanan fosforlu gübrenin 35 numaralı Dikili toprağında yetiştirilen yulaf bitkisinde ürün üzerine etkisi

4.2.2. Uygulanan gübre dozlarına bağımlı olarak yulaf bitkisinin total P ve % P kapsamlarında sağlanan artışlar:

Serada yetiştirilen yulaf bitkisinin total P ve % P kapsamlarıyla bunlarda tanığa oranla sağlanan artışlar sırasıyla Çizelge. 11 ve Çizelge. 12'de verilmiştir. Görüldüğü gibi, bitkilerin total P kapsamı  $P_0$  dozunda 0,15 ile 2,52 mg,  $P_1$  dozunda 1,10 ile 4,61 mg,  $P_2$  dozunda ise 2,28 ile 7,43 mg arasında değişmektedir. Buna karşılık, % P miktarları tanık bitkilerde % 0,017 ile 0,204 arasındayken,  $P_1$  dozunda % 0,076 ile 0,292 arasında değişen miktarlara yükselmiş,  $P_2$  dozunda ise en düşük miktar % 0,179, en yüksek miktar % 0,504 olarak saptanmıştır. Bu rakamlardan da anlaşılacağı gibi, uygulanan gübre dozları arttıkça bitkilerin total P ve % P kapsamı da artmıştır. Çizelge. 9'da yer alan L.S.D. testine göre gruplandırılmış ortalamalar inceleneince gübre dozuna bağımlı olarak bitkilerde saptanan gerek total P, gerekse % P kapsamının istatistik anlamda birbirlerinden farklı olduğu anlaşılmaktadır. Çizelge. 8'de verilen varyans analizi sonuçları ise bu farklılıkların toprakxgübre etkisinden ileri geldiğini, gübre dozlarının ve toprak farklılıklarının bitkilerde total P ve % P miktarlarını güvenilir biçimde etkilediğini ( $F < 0,01$ ) göstermektedir.

Fosforlu gübrelemenin etkisiyle total P kapsamında görülen % artışların en düşük olduğu topraklar, 46 numaralı Kaymakçı (% 58,15), 1 numaralı Halilbeyli (% 88,9), 41 numaralı Vakıflar (% 97,95), 51 numaralı Karpuzlu (% 87,8), 63 numaralı Kuşçuburnu (% 95), 65 numaralı Şirinyer (% 97,85) topraklarıdır. Buna karşılık, 30 numaralı Çandarlı (% 1383), 21 numaralı Tuzçullu (% 1183) ve 18 numaralı Saip (% 940) topraklarında gözlenen total P artışları en yüksektir. % P kapsamında % ortalama artışlar göz önüne alınınca (Çizelge. 12), en düşük ve en yüksek artışların yine

Çizelge. 11 Serada yetiştirilen yulaf bitkisinde saptanan total P, oransal total P miktarları ve tanığa oranla sağlanan artışlar<sup>x</sup>

Toprak No:	Lab. No:	Bitkide total P(mg)			Total fosforda tanığa oranla % artış		Total fosforda ortalama % artış	Oransal total P $P_0/P_2 \times 100$
		P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>		
1	1	1,49	2,47	3,16	65,7	112,1	88,90	47,1
2	2	1,50	2,44	4,93	62,6	288,6	145,60	30,4
3	3	0,76	1,53	2,64	101,3	247,3	174,30	28,8
5	4	0,46	1,73	2,68	276,1	482,6	379,35	17,2
6	5	0,72	2,95	4,79	309,7	565,2	437,45	15,0
9	6	0,92	2,40	4,38	160,8	376,1	268,45	21,0
11	7	1,20	2,16	3,54	80,0	195,0	137,50	29,5
12	8	0,51	1,06	2,26	107,8	343,1	225,45	22,6
13	9	1,07	2,46	5,49	129,9	413,1	271,50	19,4
14	10	0,28	1,46	2,45	421,4	775,0	598,20	11,4
17	11	0,27	1,11	2,30	311,1	751,8	531,45	11,7
18	12	0,20	1,80	2,36	800,0	1080,0	940,00	8,4
19	13	1,12	1,77	3,59	59,2	220,5	139,85	31,2
20	14	1,09	2,10	3,05	92,6	179,8	136,20	35,7
21	15	0,21	2,04	3,35	871,4	1495,0	1183,20	6,2
23	16	0,41	2,19	3,83	434,1	834,1	634,10	10,7
25	17	1,14	3,19	5,33	179,8	367,5	273,65	21,4
28	18	1,26	3,31	4,34	162,7	244,4	203,55	29,0
29	19	0,41	1,68	2,86	309,8	597,6	453,70	14,3
30	20	0,15	1,59	2,86	960,0	1806,0	1383,00	5,2
33	21	0,71	1,86	3,02	161,9	325,4	243,65	23,5
34	22	0,64	1,34	2,68	109,4	318,4	213,90	23,9

x: Değerler 3 tekrarlama ortalamasıdır.

Çizelge. 11'in devamı

Toprak No:	Lab. No:	Bitki'de total P(mg)			Total fosforda tanıya oranla % artış		Total fosforda ortalama % artış	Oransal total P $P_0/P_2 \times 100$
		P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>		
35	23	1,68	4,13	5,93	145,8	253,0	199,40	28,3
36	24	0,48	2,02	2,55	320,8	431,3	376,05	18,8
39	25	1,38	3,09	4,49	123,9	225,4	174,65	32,5
41	26	2,45	3,45	6,25	40,8	155,1	97,95	39,2
42	27	0,80	1,97	4,77	146,3	496,3	321,30	16,7
43	28	1,50	3,57	7,37	138,0	391,3	264,65	20,3
44	29	0,50	1,87	3,72	274,0	644,0	459,00	13,4
46	30	2,52	2,68	5,64	6,3	110,0	58,15	44,6
50	31	0,33	1,45	3,46	339,4	948,8	644,10	9,5
51	32	2,19	4,18	4,05	90,7	84,9	87,80	54,1
53	33	0,83	4,61	7,43	455,4	795,2	625,30	11,2
56	34	0,30	1,10	3,76	266,7	1153,3	710,00	8,0
59	35	0,23	1,44	3,02	526,1	1213,0	869,55	7,6
60	36	0,57	1,71	2,93	200,0	414,0	307,00	19,5
62	37	0,43	1,49	3,17	266,5	637,2	431,85	13,6
63	38	1,11	1,74	2,59	56,8	133,3	95,05	42,9
65	39	1,14	1,77	2,74	55,3	140,4	97,85	41,6
En düşük		0,15	1,10	2,26	6,3	84,9	58,15	5,2
En yüksek		2,52	4,61	7,43	960,0	1806,0	1383,00	54,1



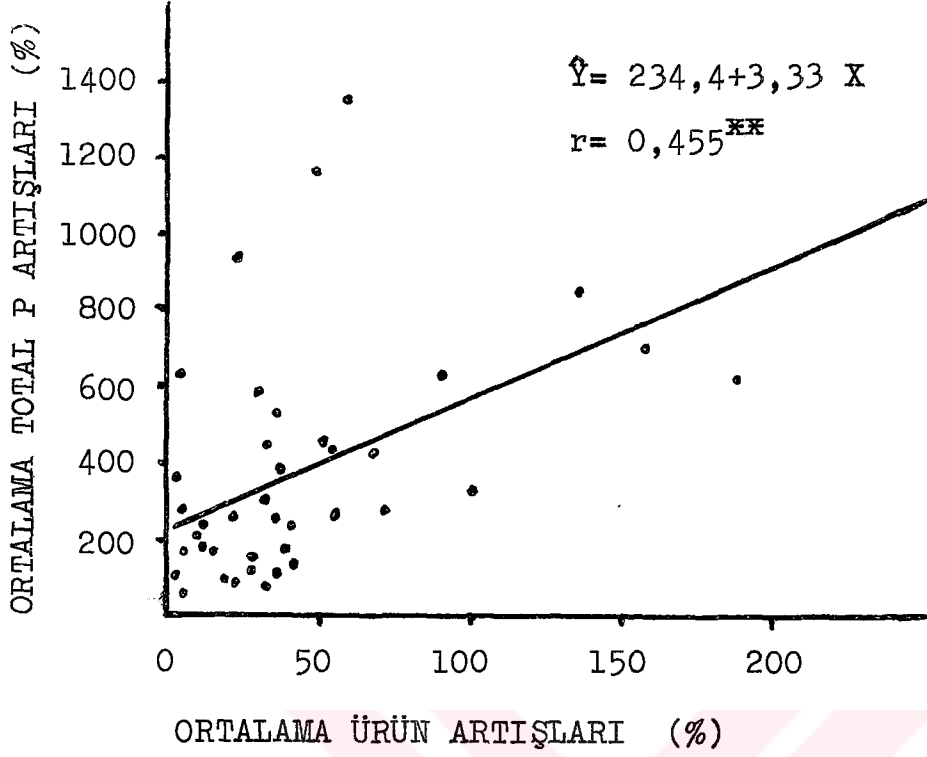
Çizelge. 12 Serada yetiştirilen yulaf bitkisinin % P kapsamaları ve tanığa oranla % P kapsamalarında sağlanan artışlar<sup>x</sup>

Toprak No:	Lab. No:	Bitkinin % P kapsamı			% P kapsamında tanığa oranla % artış		% P kapsamında ortalama % artış
		P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	
1	1	0,164	0,229	0,270	39,6	64,6	52,1
2	2	0,149	0,222	0,333	49,0	123,5	86,25
3	3	0,079	0,156	0,218	97,5	175,5	136,5
5	4	0,051	0,160	0,189	213,7	270,5	242,10
6	5	0,070	0,222	0,263	217,1	275,7	246,40
9	6	0,090	0,152	0,227	68,8	152,2	110,50
11	7	0,128	0,186	0,244	45,3	90,6	67,95
12	8	0,065	0,120	0,182	84,6	180,0	132,30
13	9	0,098	0,164	0,295	67,3	201,0	138,65
14	10	0,035	0,152	0,215	343,3	514,3	428,80
17	11	0,036	0,127	0,200	213,0	455,5	334,25
18	12	0,022	0,164	0,211	645,5	859,1	752,30
19	13	0,127	0,182	0,244	43,3	92,1	67,70
20	14	0,116	0,193	0,233	66,4	100,0	83,20
21	15	0,022	0,156	0,222	609,1	900,1	754,60
23	16	0,037	0,189	0,336	410,8	808,1	609,45
25	17	0,083	0,226	0,365	172,3	339,8	256,05
28	18	0,079	0,189	0,245	139,2	210,1	170,15
29	19	0,046	0,160	0,218	247,8	373,9	324,35
30	20	0,017	0,130	0,182	764,7	970,1	867,40
33	21	0,075	0,156	0,214	108,0	185,3	146,65
34	22	0,054	0,117	0,200	116,6	270,0	193,30
35	23	0,131	0,306	0,393	133,6	200,0	166,80

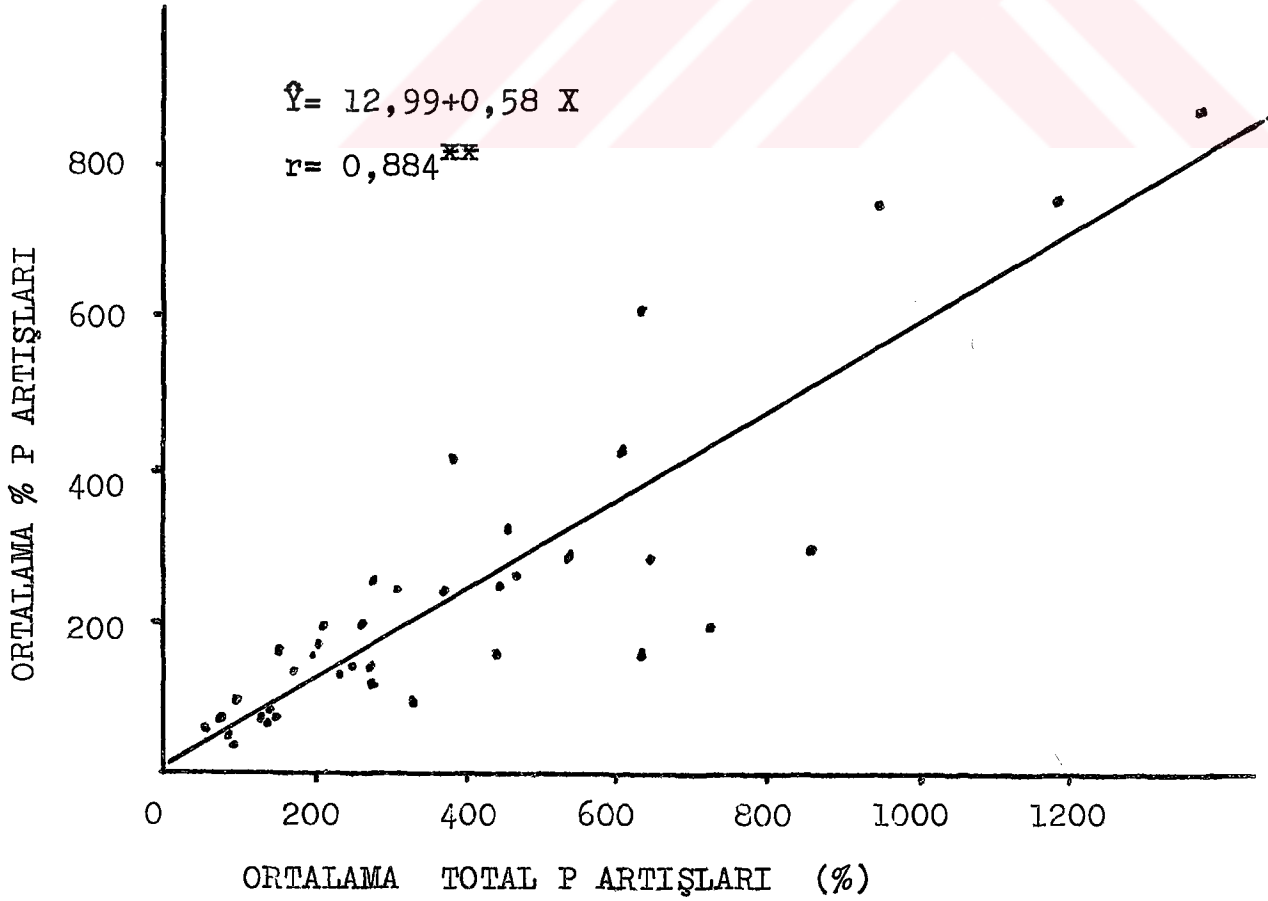
x: Değerler 3 tekrarlı ortalamasıdır.

Çizelge. 12'nin devamı

Toprak No:	Lab. No:	Bitkinin % P kapsamı			% P kapsamında tanığa oranla % artış		% P kapsamında ortalama % artış
		P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	
36	24	0,033	0,152	0,189	360,1	472,7	416,40
39	25	0,084	0,186	0,251	121,4	198,8	160,10
41	26	0,204	0,275	0,504	34,8	147,0	90,90
42	27	0,079	0,112	0,203	41,7	156,9	99,30
43	28	0,108	0,222	0,407	105,5	276,9	191,20
44	29	0,062	0,189	0,255	204,8	311,2	258,00
46	30	0,200	0,211	0,418	5,5	109,0	57,25
50	31	0,046	0,149	0,201	223,9	336,9	280,40
51	32	0,175	0,292	0,270	66,9	54,3	60,60
53	33	0,098	0,240	0,251	144,9	156,1	150,50
56	34	0,043	0,076	0,179	76,7	316,1	196,50
59	35	0,037	0,109	0,182	194,6	391,9	293,25
60	36	0,050	0,145	0,200	190,0	300,0	245,00
62	37	0,043	0,090	0,179	109,3	198,9	154,10
63	38	0,128	0,155	0,215	21,9	68,0	44,95
65	39	0,130	0,179	0,245	37,7	88,5	63,10
En düşük		0,017	0,076	0,179	5,5	54,3	44,95
En yüksek		0,204	0,292	0,504	764,7	970,1	867,40



Şekil-4: İzmir topraklarında tanığa oranla sağlanan % ürün artışlarının ortalama total P artışlarıyla ilişkisi.



Şekil-5: Total P artışlarının, bitkilerin % P kapsamlarında sağlanan ortalama artışlarla ilişkisi.



aynı topraklarda izlendiği anlaşılmaktadır.

Nitekim, Çizelge. 10'da total P ile % P artışları arasında 0,01 düzeyinde güvenilir bir ilişkinin varlığı ( $r=0,884^{xx}$ ) görülmektedir. (Şekil. 4). Yine aynı çizelgede total P artışlarının  $P_0$  ve L degeriyle negatif ( $r=-0,637^{xx}$  ve  $r=-0,551^{xx}$ ) ilişkiler verdiği, % P artışlarıyla  $P_0$  arasında ise yine negatif ( $r=-0,556^{xx}$ ) bir uyurluğun bulunduğu izlenmektedir. Oransal total P miktarlarının  $P_0$  ile gösterdiği uyum da oldukça yüksek ( $r=0,844^{xx}$ ) bulunmuştur. Bu sonuçların sağlanan ürün artışlarıyla paralelligi de dikkat çekicidir. Bitkilerde ortalama total P artışlarıyla ürün artışları arasında güvenilir bir korelasyonun ( $r=0,455^{xx}$ ) saptanmış olması, bitkilerin fosfor alımlarının artmasıyla ürünün de arttığını kanıtlamaktadır (Şekil. 5).

4.2.3. Yulaf bitkisinin topraktan aldığı fosfor miktarları ve uygulanan fosforlu gübrede yararlanma oranları:

Çizelge. 13'te yulaf bitkisinin uygulanan gübre dozlarına bağımlı olarak topraktan almış olduğu fosfor miktarları ve fosforlu gübrede yararlanma oranları izlenmektedir. Sera koşullarında yetiştirilen yulaf bitkisi hem toprak, hem de gübre kaynaklarından fosfor alarak beslenmiştir. 30 ppm'lik gübre uygulanmasında bitkilerin topraktan almış oldukları fosfor miktarları 0,12 mg ile 2,14 mg arasında bulunmuş, en düşük miktar 5 numaralı Bayraklı Çay mahallesi, en yüksek miktar ise 41 numaralı Bergama Vakıflar topraklarında gözlenmiştir.  $P_2$  dozunda gübre miktarının 60 ppm'e yükselmesiyle topraktan alınan fosfor miktarları 0,20-4,07 mg arasında değişim göstermiştir. Bu dozda topraktan alınan en düşük fosfor miktarı 17 numaralı Kaynarçınar, en yüksek fosfor miktarı ise yine 41 numaralı Vakıflar toprağında saptanmıştır.

Çizelge. 10'da yer alan korelasyon katsayıları incele-  
nirse, gerek  $P_1$  ve gerekse  $P_2$  dozlarında topraktan alınan fos-  
for miktarlarının, gübrelenmeyen saksılardan bitkilerin alabil-  
dikleri fosfor miktarlarıyla ( $P_0$ ) güvenilir ve pozitif ilişki-  
ler verdikleri anlaşılmaktadır ( $P_1$  dozunda  $r=0,926^{xx}$ ,  $P_2$  dozun-  
da  $r=0,911^{xx}$ ). Buna paralel olarak söz konusu fosfor miktarla-  
rının L degeriyle ilişkileri de 0,01 düzeyinde güvenilir durum-  
dadır ( $P_1$  dozunda  $r=0,832^{xx}$ ,  $P_2$  dozunda  $r=0,800^{xx}$ ).

Bu ilişkiler, toprakların alınabilir fosfor kapsamaları  
arttıkça, bitkilerin toprak fosforundan alabildikleri fosfor  
miktarlarının da arttığını ve gübre dozlarına bağımlı olarak  
topraktan alınan fosfor miktarlarının bitkilerce alınabilir  
durumdaki fosforu yansıtan güvenilir birer ölçüt olduğunu orta-  
ya koymaktadır.

Bitkide bulunan gübre fosforu miktarlarını uygulanan  
gübre dozunun %'si olarak belirleyen gübreden yararlanma oran-  
ları  $P_1$  dozunda % 2,7-13,9,  $P_2$  dozunda ise % 2,4-11,8 olarak  
saptanmıştır. Uygulanan fosforlu gübreden en fazla yararlanma,  
her iki gübre dozunda da 53 numaralı Mahmutlar toprağında göz-  
lenmiştir. Buna karşılık gübreden en az yararlanan bitkiler,  
 $P_1$  dozunda 19 numaralı Çamlıköy,  $P_2$  dozunda ise 18 numaralı  
Saip toprakları üzerinde yetiştirilen bitkilerdir.  $P_1$  ve  $P_2$   
dozlarında gübreden yararlanma oranları en yüksek bulunan  
53 numaralı Mahmutlar toprağı üzerinde yetiştirilen bitkiler-  
den sağlanan ortalama ürün artışları da en yüksek (% 187) du-  
rumdadır.

Çizelge. 10'dan da izlendiği gibi gübreden yararlanma  
oranlarının diğer biyolojik verilerle ilişkileri güvenilir bulun-  
madığı halde,  $P_2$  dozunda bitkilerin gübreden yararlanma oranları  
ile ürün artışları arasında pozitif bir uyarlık vardır. Korelasyon  
katsayısı  $408^x$  olan bu ilişki, ancak 0,05 düzeyinde güvenilir

bulunmuştur. Bu verilere bakarak, gübreden yararlanma oranının artmasıyla, ürünün de arttığı, fakat  $P_2$  dozunda sağlanan artışların daha güvenilir olduğu yargısına varılmaktadır. Toprakların  $P_2$  dozunda gübreden daha fazla yararlanarak daha çok ürün vermeleri, İzmir topraklarının çoğunlukla fosforca yoksul olduğunu ve bölge topraklarında fosforlu gübrelemeyle güvenilir ürün artışları elde edilebileceğini kanıtlamaktadır.

#### 4.2.4. L değeri sonuçları:

Çalışmamızda standart yöntem olarak alınan ve radyoizotop seyreltme tekniğine dayanan L değeri yönteminin vermiş olduğu sonuçlar Çizelge. 13'te gösterilmiştir. Buradan da izlenebildiği gibi, L değerleri  $P_1$  ve  $P_2$  gübre uygulamaları için ayrı ayrı belirlenmiş, sonra bunların ortalamaları alınmıştır. Ortalama L değerleri incelendiğinde bunların 19,48 (30 numaralı Çandarlı toprağı) ile 154,13 ppm (41 numaralı Vakıflar toprağı) arasında değişim gösterdiği anlaşılmaktadır. L değerleri yüksek olan topraklar, 39 numaralı Bölcek (142,49), 36 numaralı Kırıklar (136,44), 19 numaralı Çamlı (151,02), 11 numaralı Balçova (152,22) ve 46 numaralı Kaymakçı (133,59) topraklarıdır. L değerleri en düşük bulunan topraklar ise 17 numaralı Kaynarınar (38,96), 53 numaralı Mahmutlar (37,21), 56 numaralı Belevi (38,30) ve 62 numaralı Şehitler (34,98) topraklarıdır.

Çizelge. 10'da verilen lineer korelasyon katsayılarının incelenmesinden de anlaşıldığı gibi, L değeri sonuçları, gübrenlenmemiş saksılardan bitkilerin alabildiği fosfor miktarıyla 0,01 düzeyinde güvenilir ve korelasyon katsayısı  $0,672^{xx}$  olan bir ilişki vermiştir (Şekil. 6). Bu ilişki, L değerlerinin topraklardan bitkilerin alabildiği fosfor miktarlarıyla olumlu bir uyum gösterdiğini kanıtlamaktadır.

Çizelge. 13 Serada yetiştirilen yulaf bitkisinde gübre dozlarına bağımlı olarak saptanan gübreden yararlanma oranları, topraktan alınan fosfor miktarları ve I değerleri

Toprak No:	Lab. No:	Topraktan alınan P miktarı		Gübreden yararlanma oranı (%) P <sub>1</sub>	Gübreden yararlanma oranı P <sub>2</sub> (%)	I Değeri P <sub>1</sub> ppm	I Değeri P <sub>2</sub> ppm	Ortalama I Değeri ppm
		P <sub>1</sub> (mg)	P <sub>2</sub> (mg)					
1	1	0,55	0,72	6,4	4,1	86,25	81,80	84,03
2	2	0,94	1,84	5,0	5,0	119,88	126,60	123,27
3	3	0,27	0,36	4,2	3,8	79,98	79,68	79,83
5	4	0,12	0,22	5,4	4,0	60,84	55,94	58,39
6	5	1,03	1,71	6,4	5,1	108,09	126,24	117,16
9	6	0,66	2,38	5,8	3,3	93,51	102,00	97,79
11	7	1,11	1,58	3,5	3,3	155,82	149,22	152,52
12	8	0,20	0,24	2,7	3,3	73,20	71,82	72,50
13	9	0,34	0,49	7,1	8,3	68,76	58,62	63,70
14	10	0,34	0,44	3,7	3,3	52,50	58,20	55,39
17	11	0,19	0,20	3,1	3,5	39,30	38,40	38,96
18	12	0,28	0,36	5,1	2,4	60,84	72,00	66,42
19	13	0,96	1,80	2,7	3,0	168,00	134,00	151,02
20	14	0,56	0,69	5,0	3,9	52,50	60,90	56,76
21	15	0,44	0,35	5,3	5,0	46,86	52,86	49,82
23	16	0,34	0,26	6,2	6,0	34,05	43,50	38,78

Çizelge. 13'ün devamı

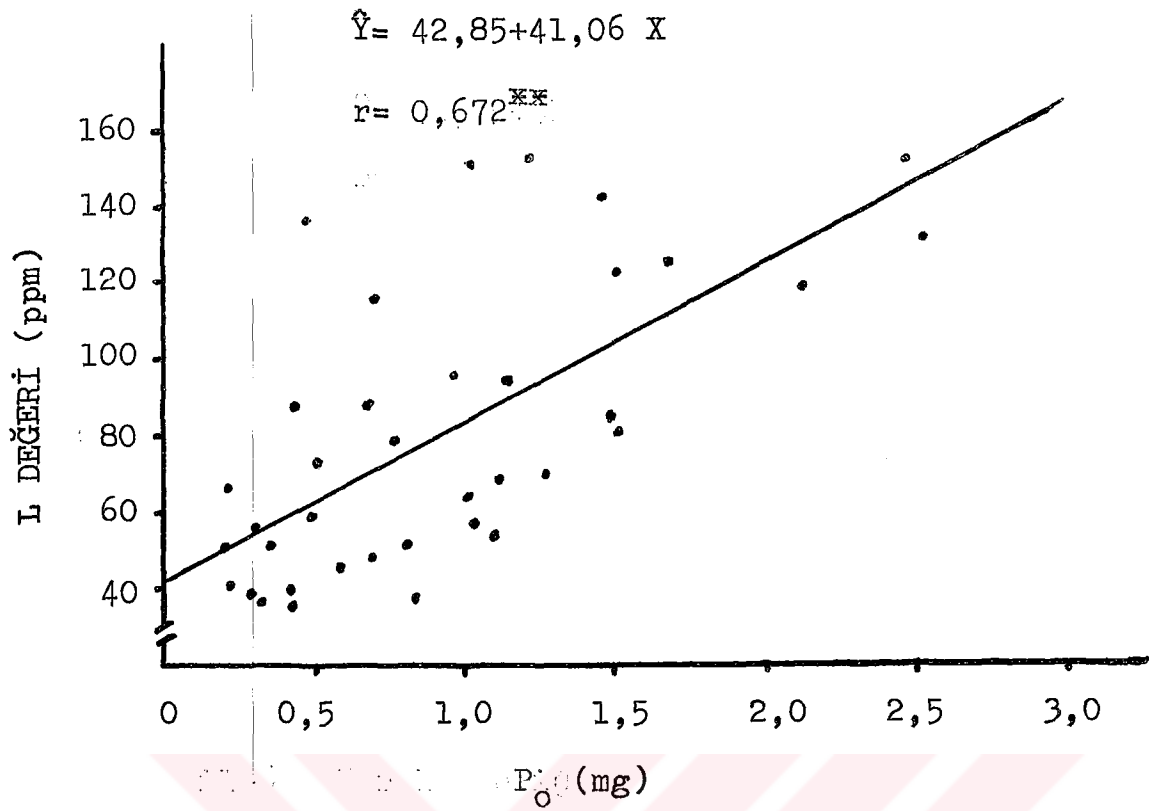
Toprak No:	Lab. No:	Topraktan alınan P miktarı		Gübrede yararlanma oranı P <sub>1</sub> (%)	Gübrede yararlanma oranı P <sub>2</sub> (%)	I Değeri P <sub>1</sub> ppm	I Değeri P <sub>2</sub> ppm	Ortalama I Değeri ppm
		P <sub>1</sub> (mg)	P <sub>2</sub> (mg)					
25	17	0,97	1,09	7,4	7,1	99,18	87,60	93,24
28	18	0,60	0,65	9,0	6,2	72,63	64,74	68,69
29	19	0,62	0,81	3,5	3,4	89,34	88,38	88,86
30	20	0,14	0,18	4,8	4,5	18,21	20,74	19,48
33	21	0,52	0,62	4,5	4,0	54,78	44,08	49,43
34	22	0,38	0,36	3,1	3,9	88,98	87,96	88,47
35	23	1,52	2,71	8,7	5,4	112,29	113,80	123,05
36	24	0,88	1,05	3,8	2,5	129,90	142,98	136,44
39	25	2,01	1,91	3,6	4,3	135,75	149,40	142,49
41	26	2,14	4,07	4,4	3,7	152,10	156,00	154,13
42	27	0,51	0,45	4,9	7,2	53,91	57,72	55,81
43	28	0,55	1,30	10,1	10,1	79,50	84,00	81,74
44	29	0,34	0,46	5,1	5,4	53,04	65,32	59,19
46	30	1,27	3,02	4,7	4,4	140,82	126,88	133,59
50	31	0,17	0,30	4,3	5,3	47,58	54,88	51,23
51	32	1,48	1,43	9,0	4,4	109,86	125,40	117,63

Çizelge. 13'ün devamı

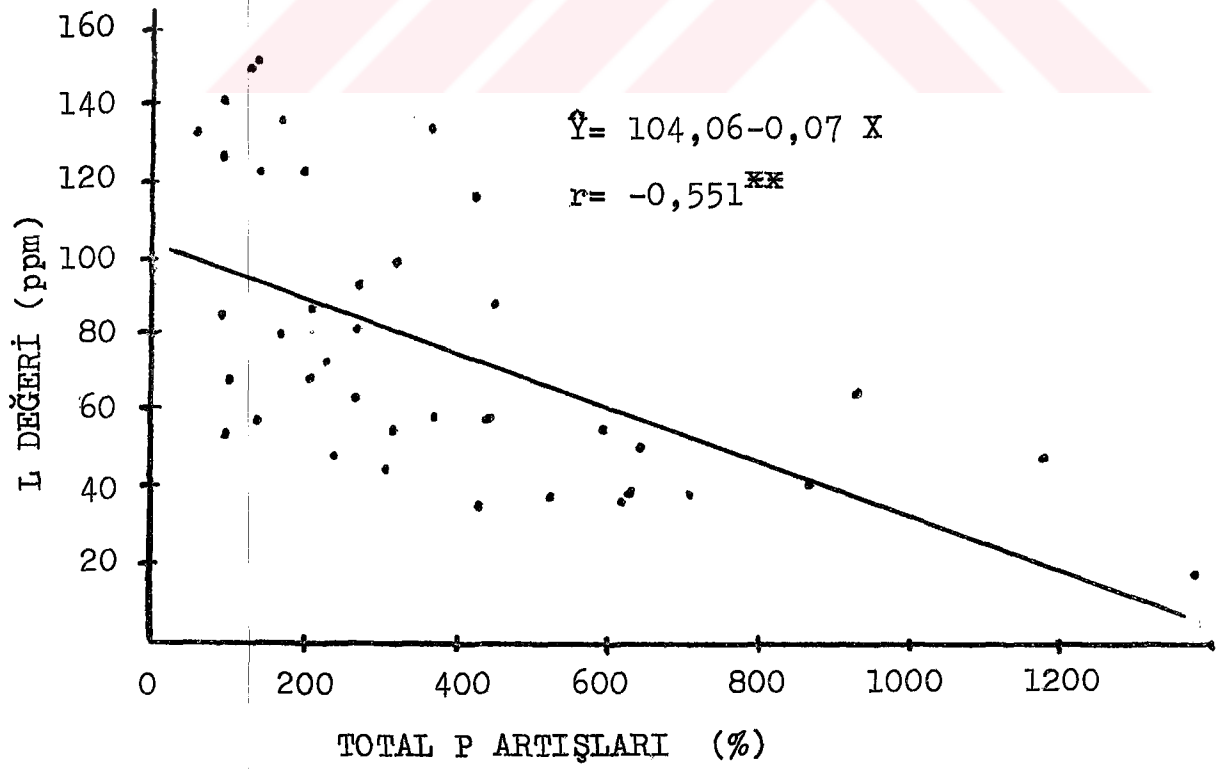
Toprak No:	Lab. No:	Topraktan alınan P miktarı (mg)		Gübrede yararlanma oranı (%)		I Değeri P <sub>1</sub> ppm		I Değeri P <sub>2</sub> ppm		Ortalama I Değeri ppm
		P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	
53	33	0,43	0,38	13,9	11,8	36,23	38,18	37,21		
56	34	0,22	0,74	2,9	5,0	33,18	43,41	38,30		
59	35	0,32	0,66	3,7	3,9	47,22	35,81	41,51		
60	36	0,27	0,41	4,8	4,2	40,80	47,73	44,28		
62	37	0,25	0,31	4,1	4,8	37,20	32,75	34,98		
63	38	0,66	0,67	3,6	3,5	51,60	55,20	53,37		
65	39	0,77	1,08	3,3	2,8	69,51	67,37	68,45		
En düşük		0,12	0,20	2,7	2,4	18,21	20,74	19,48		
En yüksek		2,14	4,07	13,9	11,8	155,82	156,00	154,13		

Daha önce verilen araştırma sonuçlarında da değinildiği gibi, toprakların L değerleri, gübrelenmeyen saksılardan bitkilerce alınan fosfor miktarları ( $P_0$ ) yanında, ortalama ürün artışları, ortalama total P artışları (Şekil. 7), oransal ürün,  $P_1$  ve  $P_2$  dozlarında topraktan alınan fosfor miktarları gibi önemli biyolojik verilerle de 0,01 düzeyinde güvenilir korelasyonlar göstermiştir. Sera denemesinden elde edilen bu sonuçlar toplu olarak değerlendirilecek olursa, L değeri yönteminin İzmir topraklarının fosfor durumunu iyi yansıttığı sonucuna varılmaktadır.





Şekil-6: Gübrelenmemiş saksılardan bitkilerin aldığı fosfor miktarlarının ( $P_0$ ) L değeriyle ilişkisi.



Şekil-7: Ortalama total P artışlarının L değeriyle ilişkisi.

4.3. İzmir topraklarında değişik kimyasal yöntemlerle saptanan alınabilir fosfor sonuçları:

Araştırma topraklarının alınabilir fosfor durumunu belirlemek amacıyla 8 laboratuvar yöntemi uygulanmış ve bunlardan elde edilen sonuçlar Çizelge. 14'te toplu olarak verilmiştir.

Buradan da izlendiği gibi, çözücüsü saf su olan Bingham yöntemine göre izmir topraklarının alınabilir fosfor kapsamları 0,40 ile 5,45 ppm arasında değişmekte ve en düşük fosfor 18 numaralı Saip, 30 numaralı Çandarlı, 60 numaralı Karakuyu topraklarında bulunmaktadır. En yüksek miktarda alınabilir fosfor ise 19 numaralı Çamlı ve 41 numaralı Vakıflar topraklarında saptanmıştır.

Toprakları, pH'sı 8,5'a ayarlanmış 0,5 M  $\text{NaHCO}_3$  ile çalkalayarak uygulanan Olsen ve arkadaşları yöntemiyle araştırma topraklarının, 0,16 (30 numaralı Çandarlı ve 56 numaralı Belevi toprakları) ile 10,72 ppm (11 numaralı Balçova toprağı) arasında değişen miktarlarda alınabilir fosfor içerdikleri belirlenmiştir.

Çözücüsü % 2  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  olan Chumachenco yöntemi sonuçları incelenirse, İzmir topraklarının 0,16 ile 7,76 ppm arasında fosfor kapsadıkları anlaşılmaktadır. Bu yöntemle en düşük miktar 30 numaralı Çandarlı, en yüksek miktar ise 1 numaralı Halilbeyli topraklarında saptanmıştır.

Radyoaktif fosfor ( $\text{P}^{32}$ ) uygulanarak gerçekleştirilen E değeri yöntemine göre, bölge toprakları 6,90 ile 120,00 ppm arasında değişen miktarlarda fosfor kapsamaktadırlar.

Bray-Kurtz No. 1 yöntemiyle araştırma konusu toprakların 1,12 (33 numaralı Yahşabey) ile 64,96 ppm (41 numaralı Vakıflar) arasında fosfor içerdikleri belirlenmiştir.

Çizelge. 14 Değişik kimyasal yöntemlerle İzmir ili tarım topraklarında saptanan alınabilir fosfor miktarları (ppm)

Toprak No:	Lab. No:	H <sub>2</sub> O Bingham, 1949	0,5 M NaHCO <sub>3</sub> Olsen ve Ark., 1954	% 2 (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Chumachenko, 1958	E değeri Olsen, 1953	0,025 N HCl+0,03 N NH <sub>4</sub> F Bray ve Kurtz No: 1 (1945)	0,1 N HCl+0,03 N NH <sub>4</sub> F Bray ve Kurtz No: 2 1945	0,03 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +0,03 N NH <sub>4</sub> F Miller ve Axley, 1956	0,06 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +0,03 N NH <sub>4</sub> F Kacar, 1964
1	1	1,38	9,20	7,76	17,20	2,80	23,87	17,36	20,72
2	2	1,06	7,76	6,16	29,85	12,25	13,51	13,30	14,00
3	3	1,66	6,20	1,08	7,85	15,40	9,10	4,07	8,74
5	4	0,58	3,92	0,76	6,90	9,45	15,33	2,37	9,13
6	5	0,98	8,88	4,56	37,25	13,30	15,54	10,45	19,04
9	6	0,48	6,20	1,28	57,00	9,10	10,71	6,30	11,20
11	7	0,84	10,72	4,56	32,35	9,45	9,24	9,59	16,80
12	8	0,72	4,24	0,76	20,40	5,25	1,33	2,55	2,96
13	9	0,40	5,84	0,88	12,45	4,55	1,61	3,33	6,20
14	10	0,46	3,44	0,16	13,00	2,52	0,21	0,30	0,56
17	11	0,58	2,24	0,16	24,25	2,38	0,35	0,14	0,06
18	12	0,42	6,20	3,28	35,75	19,60	25,20	3,78	9,51
19	13	5,45	4,96	5,12	69,50	30,52	7,00	8,85	8,96
20	14	1,20	2,40	2,56	19,05	19,60	8,19	7,98	8,74
21	15	0,72	2,32	1,28	32,40	4,20	4,62	3,78	4,31
23	16	0,64	1,92	1,28	25,80	25,40	0,49	12,60	1,18
25	17	1,09	0,80	1,28	61,00	12,95	10,22	3,56	8,74
28	18	2,42	1,60	1,84	41,70	4,20	4,48	2,88	4,20
29	19	1,62	2,96	2,96	67,50	24,36	30,31	4,28	10,64
30	20	0,40	0,16	1,52	25,15	2,24	1,33	0,31	0,90
33	21	0,66	0,24	0,24	22,40	1,12	1,61	0,32	1,18

Çizelge. 14'ün devamı

Toprak No:	Lab. No:	H <sub>2</sub> O Bingham, 1949	0,5 M NaHCO <sub>3</sub> Olsen ve Ark., 1954	% 2 (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Chumachenko, 1958	F değeri Olsen, 1953	0,025 N HCl+0,03 N NH <sub>4</sub> F Bray ve Kurtz No: 1 (1945)	0,1 N HCl+0,03 N NH <sub>4</sub> F Bray ve Kurtz No: 2 1945	0,03 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +0,03 N NH <sub>4</sub> F Miller ve Axley, 1956	0,06 N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +0,03 N NH <sub>4</sub> F Kacar, 1964
34	22	0,60	2,40	0,24	40,50	1,75	2,66	0,90	2,35
35	23	1,84	2,56	2,16	30,70	28,00	12,25	4,40	10,50
36	24	1,40	3,20	1,80	38,30	12,60	5,74	2,88	3,64
39	25	1,86	4,96	5,20	120,00	7,56	10,53	6,10	8,74
41	26	2,86	2,64	3,84	77,00	64,96	26,43	15,96	30,52
42	27	0,89	1,68	3,76	54,00	14,56	9,10	4,51	6,22
43	28	1,28	4,48	3,44	37,25	11,20	7,00	5,91	4,31
44	29	0,48	0,84	2,16	21,05	10,85	4,62	2,24	6,22
46	30	3,00	1,04	2,56	25,95	33,60	12,25	15,88	14,39
50	31	0,74	1,04	0,72	20,50	8,40	7,91	2,97	4,03
51	32	2,96	10,16	7,60	18,75	35,00	9,66	8,60	15,68
53	33	1,14	4,88	5,36	21,65	14,56	4,83	5,77	4,14
56	34	0,42	0,16	0,96	59,00	3,85	4,20	2,26	4,87
59	35	0,64	0,32	0,16	21,90	3,08	1,61	0,90	0,62
60	36	0,40	0,46	2,96	63,00	3,85	3,29	0,32	0,73
62	37	0,64	2,00	3,04	36,75	4,20	4,37	2,77	4,37
63	38	0,80	3,04	2,64	23,50	2,10	2,80	1,71	3,58
65	39	0,51	4,96	4,16	9,50	14,00	11,90	4,71	7,28
En düşük		0,40	0,16	0,16	6,90	1,12	0,21	0,14	0,06
En yüksek		5,45	10,72	7,76	120,00	64,96	30,31	17,36	30,52

Bray-Kurtz No. 2 yöntemine göre en düşük ve yüksek fosfor içeren topraklar, 14 numaralı Ovacık (0,21 ppm) ve 29 numaralı Güzelhisar (30,31 ppm) topraklarıdır. Diğer topraklar fosfor kapsamaları bakımından bu değerler arasında yer almaktadırlar.

Miller-Axley yönteminin uygulanmasıyla toprakların fosfor kapsamalarına ilişkin değerlerin 0,14 (17 numaralı Kaynarçınar toprağı) ile 17,36 ppm (1 numaralı Halilbeyli toprağı) arasında değişim gösterdiği ortaya çıkmaktadır.

Kacar yöntemine göre ise, İzmir topraklarının fosfor kapsamalarının 0,06 ile 30,52 ppm arasında değiştiği Çizelge. 14'ten izlenmektedir. Bu yöntemle en düşük fosfor miktarı 17 numaralı Kaynarçınar, en yüksek fosfor miktarı ise 41 numaralı Vakıflar topraklarında saptanmıştır.

#### 4.4. İzmir topraklarının alınabilir fosfor kapsamalarını belirlemekte kullanılabilecek en uygun kimyasal yöntemlerin seçimi:

İzmir ili tarım topraklarının alınabilir fosfor kapsamalarını belirlemek amacıyla günlük analizlerde başarıyla uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin seçimi için, bu yöntemlerle saptanan fosfor miktarları, standart yöntem olarak ele alınan I değeri sonuçlarıyla ve sera denemesinden elde edilen biyolojik verilerle karşılaştırılmışlardır. Söz konusu karşılaştırma pratik anlam taşıyacağı düşünülerek 3 bölümde gerçekleştirilmiştir.

1. Topraklar arasında toprak özelliklerine göre bir ayırım yapılmaksızın en uygun sonuç veren kimyasal yöntemlerin saptanması

2. Toprakları asit (pH < 7) ve alkali (pH > 7) tepkimele olmalarına göre gruplandırarak en uygun sonuç veren kimyasal yöntemlerin saptanması

3. Toprakları %  $\text{CaCO}_3$  kapsamalarına göre gruplandırarak ( $\text{CaCO}_3$   $\ll$  % 2,5,  $\text{CaCO}_3$  = % 2,5 - % 10 ve  $\text{CaCO}_3$   $\gg$  % 10 olmak üzere 3 grup yapılmıştır) en uygun sonuç veren kimyasal yöntemlerin saptanması.

4.4.1. Topraklar arasında toprak özelliklerine göre ayırım yapılmaksızın en uygun sonuç veren yöntemlerin saptanması:

Toprakların tümünde değişik kimyasal yöntemlerle bulunan alınabilir fosfor miktarlarının L değeri ve biyolojik veriler ile gösterdikleri lineer korelasyon katsayıları Çizelge. 15'te belirtilmiştir. Buradan da izlendiği gibi, araştırmada uygulanan kimyasal yöntemlerin tümü, L değeri ile 0,01 düzeyinde güvenilir ve pozitif ilişkiler vermişlerdir. L değeriyle en yüksek korelasyonu, çalkalama çözeltisi 0,06 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  + 0,03 N  $\text{NH}_4\text{F}$  olan Kacar (1964) yöntemi göstermiş ( $r=0,700^{xx}$ ), bunu sırasıyla Bingham ( $r=0,651^{xx}$ ), Miller-Axley ( $r=0,611^{xx}$ ), Bray-Kurtz No. 1 ( $r=0,566^{xx}$ ) ve Olsen ve arkadaşları ( $r=0,503^{xx}$ ) yöntemleri izlemişlerdir. L değeriyle verdikleri korelasyon katsayıları 0,5'den küçük bulunan Chumachenco ( $r=0,474^{xx}$ ), Bray-Kurtz No. 2 ( $r=0,468^{xx}$ ) ve E değeri ( $r=0,426^{xx}$ ) yöntemleri ise son üç sırada yer almışlardır.

Biyolojik verilerin kimyasal yöntemlerle ilişkileri de bu sıralamaya uygun sonuçlar vermişlerdir. Özellikle L değeriyle vermiş oldukları korelasyon katsayılarına göre ilk üç sırayı almış bulunan Kacar, Bingham ve Miller-Axley yöntemlerinin gübrelenmemiş saksılarda yetiştirilen bitkilerin fosfor alımı ( $P_0$ ), oransal total P ve gübre dozlarına bağımlı olarak topraktan alınan fosfor miktarlarıyla 0,01 düzeyinde güvenilir ilişkiler vermelerine bakarak, bu yöntemlerin topraktaki alınabilir fosforu iyi yansıttıkları yargısına varılmaktadır. Bunun yanında, Kacar yönteminin bitkilerdeki total P artışlarıyla ilişkisi-

nin 0,01 düzeyinde güvenilir bulunmasına karşılık, Bingham ve Miller-Axley yöntemleri aynı biyolojik veriyle 0,05 düzeyinde uyarlık göstermişlerdir. Bitkilerin % P kapsamlarındaki artışlar ise Kacar ve Bingham yöntemlerinde 0,05 düzeyinde güvenilir bulunmuştur.

L değeriyle yüksek uyum gösteren Kacar, Bingham ve Miller-Axley yöntemlerinin vermiş oldukları korelasyon katsayılarının birbirinden önemli derecede farklı olup, olmadıkları Fisher'in Z transformasyonuna göre araştırılmış ve sonuçta söz konusu korelasyon katsayılarının birbirinden önemli derecede farklı olmadıkları saptanmıştır. Bu duruma göre, İzmir ili topraklarının alınabilir fosfor kapsamlarının belirlenmesinde Kacar, Bingham ve Miller-Axley yöntemlerinin, topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmadığı hallerde diğer yöntemlere oranla daha başarılı sonuçlar verecekleri anlaşılmıştır. Ancak, gerek L değeriyle, gerekse biyolojik verilerle daha yüksek uyum göstermiş olan Kacar yönteminin, bölge topraklarının alınabilir fosfor kapsamlarını belirlemek amacıyla yapılacak günlük analizlerde daha iyi sonuçlar vereceği kuşkusuzdur. Bütün bu sonuçlar değerlendirilirse, İzmir topraklarında özelliklerine göre bir ayırım yapılmadığı zaman Kacar yönteminin en uygun yöntem olduğu ortaya çıkmaktadır. Kacar yönteminin uygulanmasına olanak bulunmadığı hallerde Bingham ve Miller-Axley yöntemleri de aynı amaçla kullanılabilirler. Kacar ve Bingham yöntemlerinin L değeriyle ilişkileri Şekil. 8 ve 9'dan izlenmektedir.

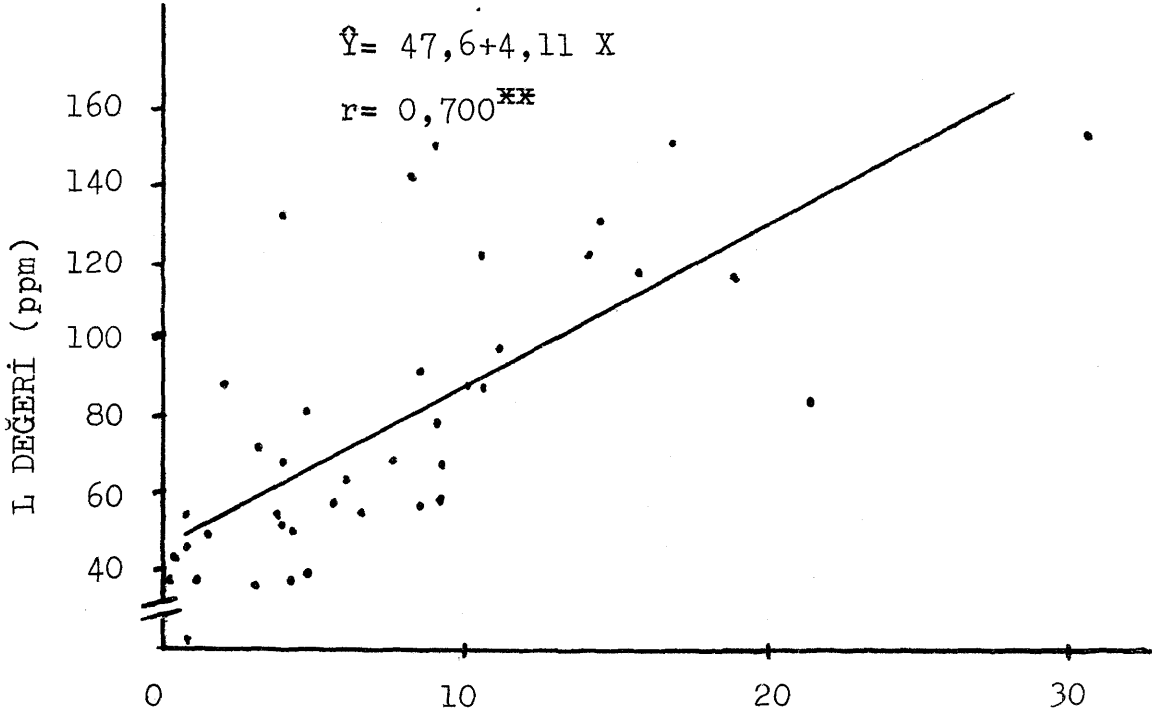


Çizelge. 15 Topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmaksızın kimyasal yöntemlerin L değeri ve biyolojik verilerle gösterdikleri lineer korelasyon katsayıları

KİMYASAL YÖNTEMLER	P <sub>0</sub>	Oransal total P		Total P'de ortalama % artış		% P'de ortalama artış		P <sub>1</sub> dozunda topraktan alınan P miktarı		P <sub>2</sub> dozunda topraktan alınan P miktarı		Ortalama L değeri	L değeri ile regresyon denklemleri
		P	P	% artış	% artış	P miktarı	P miktarı	P miktarı	P miktarı				
Kacar, 1964	0,678 <sup>XX</sup>	0,551 <sup>XX</sup>	0,425 <sup>XX</sup>	-0,425 <sup>XX</sup>	-0,369 <sup>X</sup>	0,484 <sup>XX</sup>	0,626 <sup>XX</sup>	0,700 <sup>XX</sup>	Y=47,60+4,11 X				
Bingham, 1949	0,618 <sup>XX</sup>	0,541 <sup>XX</sup>	-0,395 <sup>X</sup>	-0,326 <sup>X</sup>	0,480 <sup>XX</sup>	0,475 <sup>XX</sup>	0,651 <sup>XX</sup>	Y=50,5+24,75 X					
Miller ve Axley, 1956	0,700 <sup>XX</sup>	0,534 <sup>XX</sup>	-0,372 <sup>X</sup>	-	0,483 <sup>XX</sup>	0,634 <sup>XX</sup>	0,611 <sup>XX</sup>	Y=51,72+5,28 X					
Bray ve Kurtz No. 1, 1945	0,618 <sup>XX</sup>	0,399 <sup>X</sup>	-	-	0,410 <sup>XX</sup>	0,595 <sup>XX</sup>	0,566 <sup>XX</sup>	Y=57,15+1,70 X					
Olsen ve ark., 1954	0,350 <sup>X</sup>	0,445 <sup>XX</sup>	-0,320 <sup>X</sup>	-	-	0,503 <sup>XX</sup>	Y=54,55+6,70 X						
Chumachenço, 1958	0,551 <sup>XX</sup>	0,556 <sup>XX</sup>	-0,357 <sup>X</sup>	-0,351 <sup>X</sup>	0,536 <sup>XX</sup>	0,447 <sup>XX</sup>	0,474 <sup>XX</sup>	Y=55,90+8,80 X					
Bray ve Kurtz No. 2, 1954	0,367 <sup>X</sup>	-	-	-	-	0,468 <sup>XX</sup>	Y=58,82+2,37 X						
E değeri Olsen, 1953	-	-	-	-	-	0,426 <sup>XX</sup>	Y=54,16+0,71 X						

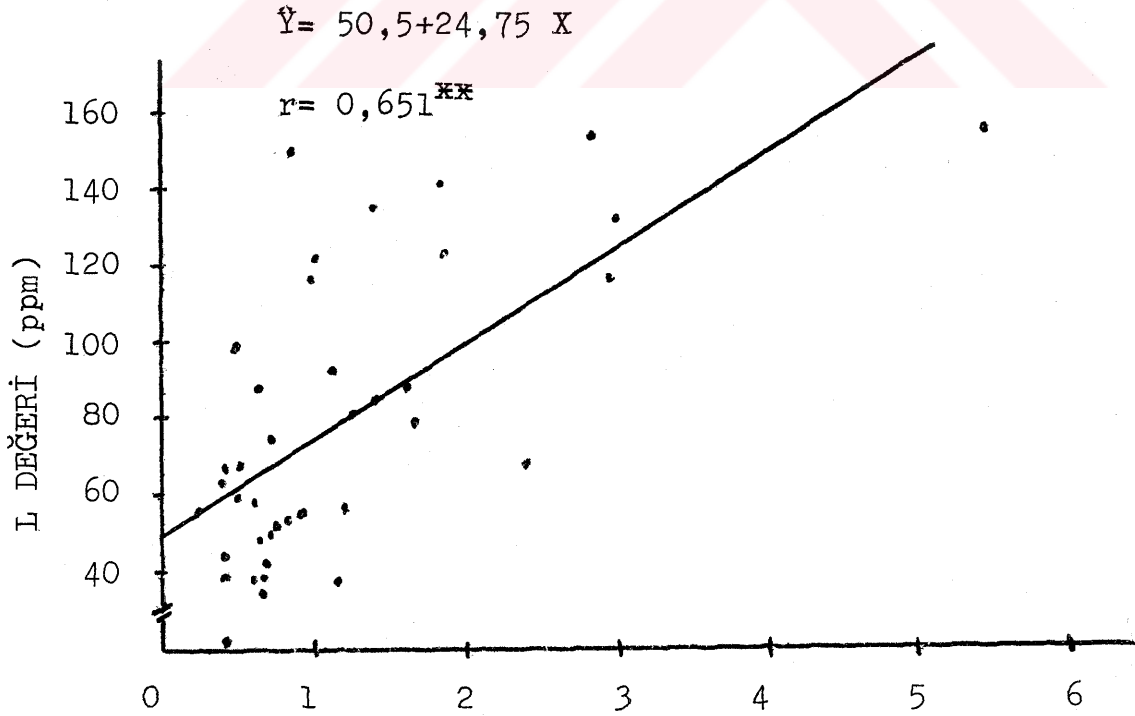
XX: P < 0,01

X: P < 0,05



KACAR YÖNTEMİYLE ÖLÇÜLEN P (ppm)

Şekil-8: Topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmaksızın Kacar (1964) yöntemiyle ölçülen P miktarlarının L değeri ile ilişkisi.



BINGHAM YÖNTEMİYLE ÖLÇÜLEN P (ppm)

Şekil-9: Topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmaksızın Bingham yöntemiyle ölçülen fosfor miktarlarının L değeri ile ilişkisi.

4.4.2. İzmir ili alkali tepkimeli (pH > 7) topraklarına uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin saptanması:

İzmir ili alkali tepkimeli topraklarına uygulanabilecek kimyasal yöntemleri saptamak amacıyla yapılan korelasyon hesaplamaları sonucunda elde edilen bilgiler Çizelge. 16'dan izlenmektedir. Görüldüğü gibi, pH'sı 7'den büyük olan 28 toprak örneğinde, L değeri ile en yüksek korelasyonu, çalkalama çözeltisi 0,5 M  $\text{NaHCO}_3$  olan Olsen ve arkadaşları (1954) yöntemi vermiş ( $r=0,697^{xx}$ ), bunu sırasıyla Kacar ( $r=0,613^{xx}$ ), Bingham ( $r=0,586^{xx}$ ), Chumachenco ( $r=0,551^{xx}$ ) ve Miller-Axley ( $r=0,504^{xx}$ ) yöntemleri izlemiştir.

Sera denemesinden elde edilen biyolojik verilerin kimyasal yöntemlerle verdikleri korelasyon katsayıları incelenirse, Olsen ve arkadaşları, Kacar ve Chumachenco yöntemlerinin  $P_0$ ,  $P_1$  ve  $P_2$  dozlarında topraktan alınan fosfor miktarları, oransal total P ve total P artışlarıyla güvenilir ilişkiler gösterdikleri anlaşılmaktadır. Fakat söz konusu korelasyon katsayıları birbirlerinden istatistik anlamda farklılık göstermemektedirler. Bu durumda, L değeriyle en yüksek korelasyon vermiş olan Olsen ve arkadaşları yönteminin, İzmir ili alkali tepkimeli topraklarına en uygun yöntem olduğu yargısına varılmaktadır. Olsen ve arkadaşları yönteminin L değeriyle ilişkisi Şekil. 10'dan izlenmektedir. İzmir ili alkali topraklarına uygunluk yönünden ikinci sırayı almış bulunan Kacar yönteminin L değeriyle vermiş olduğu korelasyon katsayısı, Olsen ve arkadaşları yönteminin vermiş olduğu korelasyon katsayısından önemli derecede farklı bulunmamıştır. Bu nedenle her iki yöntemin İzmir ili alkali tepkimeli topraklarının alınabilir fosfor kapsamalarını belirlemek amacıyla yapılacak günlük analizlerde başarıyla kullanılacakları anlaşılmıştır.

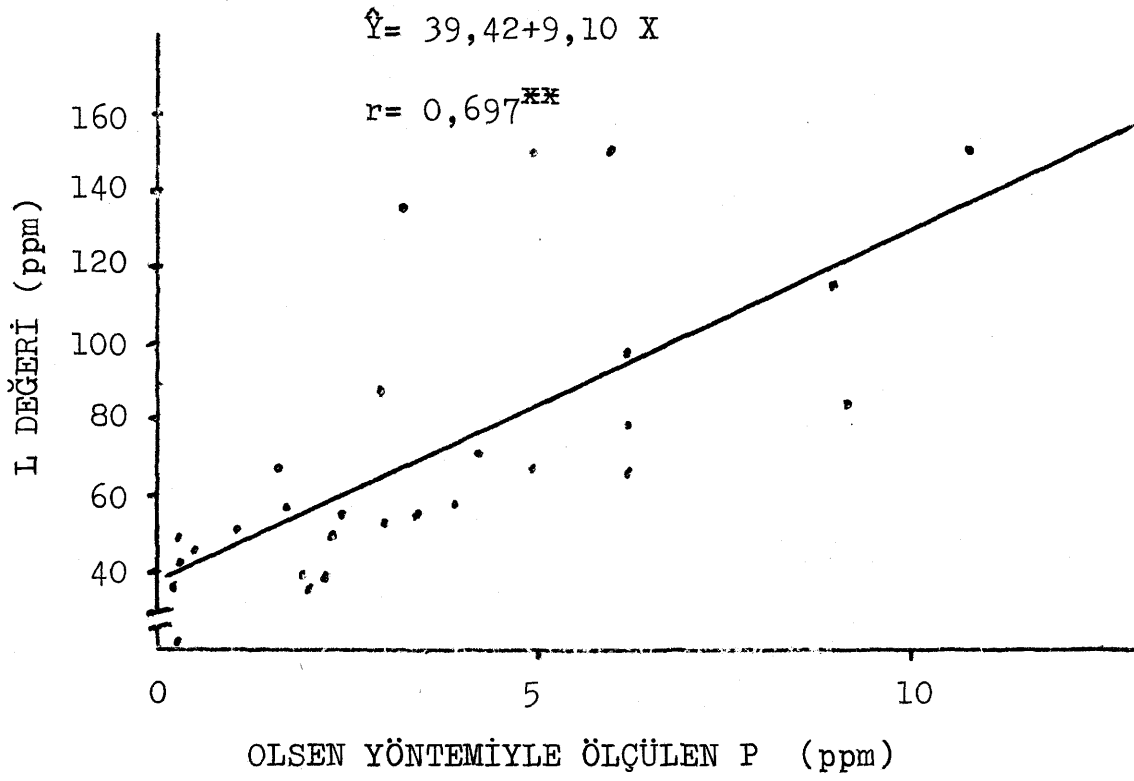
4.4.3. İzmir ili asit tepkimeli (pH < 7) topraklarına uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin saptanması:

Çizelge. 16'da asit tepkimeli ill toprak örneğinin L değeri ve biyolojik verilerle göstermiş oldukları lineer korelasyon katsayıları da yer almaktadır. Buradan da izlenebildiği gibi, pH'sı 7'den küçük bulunan topraklarda L değeriyle en yüksek uyumluluğu çözücüsü 0,1 N HCl+0,03 N NH<sub>4</sub>F olan Bray-Kurtz No. 2 yöntemi göstermiştir (r=0,834<sup>xx</sup>). Bunu izleyen yöntemler ise Kacar (r=0,817<sup>xx</sup>), Bingham (r=0,754<sup>xx</sup>), Bray-Kurtz No. 1 (r=0,743<sup>xx</sup>) ve Miller-Axley (r=0,731<sup>x</sup>) yöntemleridir. İlgili çizelgeden de anlaşıldığı gibi, bu yöntemlerin P<sub>0</sub> ve oransal total P dışındaki biyolojik veriler ile ilişkileri pek düzenli bulunmamıştır. Bunun nedeni toprak sayısının azlığına bağlanabilir. L değeri ile 0,01 düzeyinde güvenilir ilişki vermiş bulunan Bray-Kurtz No. 2, Kacar, Bingham, Bray-Kurtz No. 1 yöntemlerinin korelasyon katsayıları arasındaki farklılık istatistik anlamda önemli çıkmamıştır. Aynı şekilde P<sub>0</sub> ile gösterdikleri korelasyon katsayıları da farklı değildir. Bu durumda, söz konusu 4 yöntemin İzmir asit topraklarında başarıyla uygulanabileceği yargısına varılmaktadır. Ancak, L değeriyle yüksek uyumluluğu göz önüne alınarak Bray-Kurtz No. 2 yönteminin öncelikle uygulanmasında yarar görülebilir. Bray-Kurtz No. 2 yönteminin L değeriyle ilişkisi Şekil. 11'de verilmiştir.

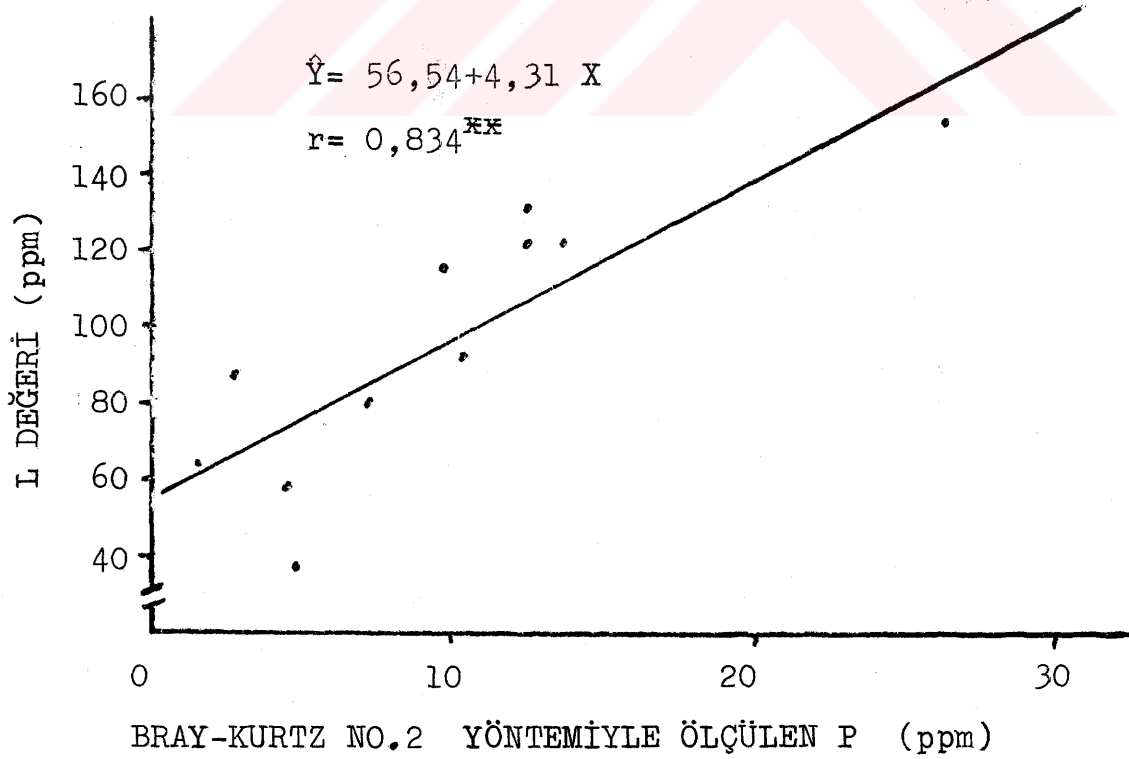
Çizelge. 16 İzmir ili tarım topraklarını alkali (pH > 7) ve asit (pH < 7) olmak üzere gruplandırılarak yapılan hesaplamalarda, kimyasal yöntemlerin I değeri ve biyolojik veriler ile gösterdikleri lineer korelasyon katsayıları

Toprak Tepkimesi	B İ Y O L O J İ K V E R İ L E R							
	P <sub>0</sub>	Oransal total P	Total P'de ortalama artış	P <sub>1</sub> dozunda topraktan alınan P	P <sub>2</sub> dozunda topraktan alınan P	Ortalama I değeri	I değeri ile regresyon denklemi	
KİMYASAL YÖNTEMLER	Olsen ve arkadaşları (1954)	0,518 <sup>xx</sup>	0,467 <sup>x</sup>	-0,414 <sup>x</sup>	0,566 <sup>xx</sup>	0,554 <sup>xx</sup>	0,697 <sup>xx</sup>	Y=39,42+9,10 X
	Kacar (1964)	0,553 <sup>xx</sup>	0,438 <sup>xx</sup>	-0,378 <sup>x</sup>	0,623 <sup>xx</sup>	0,629 <sup>xx</sup>	0,613 <sup>xx</sup>	Y=45,10+4,10 X
	Bingham (1949)	0,458 <sup>x</sup>	-	-	0,401 <sup>x</sup>	0,402 <sup>x</sup>	0,586 <sup>xx</sup>	Y=49,02+21,69 X
	Chumachenko (1958)	0,687 <sup>xx</sup>	0,592 <sup>xx</sup>	-0,417 <sup>xx</sup>	0,579 <sup>xx</sup>	0,546 <sup>xx</sup>	0,551 <sup>xx</sup>	Y=46,33+10,75 X
	Miller-Axley (1956)	0,537 <sup>xx</sup>	0,397 <sup>x</sup>	-	0,569 <sup>xx</sup>	0,598 <sup>xx</sup>	0,504 <sup>xx</sup>	Y=49,93+3,59 X
	Bray-Kurtz No. 2 (1945)	0,744 <sup>xx</sup>	0,643 <sup>x</sup>	-	-	0,697 <sup>x</sup>	0,834 <sup>xx</sup>	Y=56,54+4,31 X
	Kacar (1964)	0,754 <sup>xx</sup>	0,653 <sup>x</sup>	-	-	-	0,817 <sup>xx</sup>	Y=58,84+3,66 X
	Bingham (1949)	0,911 <sup>xx</sup>	0,857 <sup>xx</sup>	-	-	-	0,754 <sup>xx</sup>	Y=56,63+27,07 X
	Bray-Furtz No. 1 (1945)	0,783 <sup>xx</sup>	0,644 <sup>x</sup>	-	-	0,617 <sup>x</sup>	0,743 <sup>xx</sup>	Y=67,44+1,45 X
	Miller-Axley (1956)	0,815 <sup>xx</sup>	0,665 <sup>x</sup>	-	-	0,629 <sup>x</sup>	0,731 <sup>x</sup>	Y=62,77+4,82 X

xx: P < 0,01  
x: P < 0,05



Şekil-10: Alkali tepkimeli topraklarda Olsen ve arkadaşları (1954) yöntemiyle ölçülen fosfor miktarlarının L değeriyle ilişkisi.



Şekil-11: Asit tepkimeli topraklarda Bray-Kurtz No.2 yöntemiyle ölçülen fosfor miktarlarının L değeriyle ilişkisi.

4.4.4. CaCO<sub>3</sub> kapsamaları % 2,5'dan düşük bulunan kireçsiz topraklara uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin saptanması:

Toprak örnekleri CaCO<sub>3</sub> kapsamalarına göre gruplandırılarak yapılan lineer korelasyon hesaplamalarının sonuçları Çizelge. 17'de toplu olarak gösterilmiştir. CaCO<sub>3</sub> kapsamaları % 0 ile % 2,5 arasında bulunan 20 toprak örneğine uygulanan kimyasal yöntemlerden Kacar ve Bingham yöntemlerinin L degeriyle verdikleri korelasyon katsayıları 0,01 düzeyinde güvenilir bulunmuştur. Buna karşılık, Bray-Kurtz No. 1, Miller-Axley, E degeri ve Bray-Kurtz No. 2 yöntemlerinin L degeriyle uyumları 0,05 düzeyinde güvenilir durumdadır. Biyolojik veriler ile kimyasal yöntemlerin ilişkileri incelendiğinde, Kacar ve Bingham yöntemlerinin biyolojik verilerle de en yüksek uyum gösteren yöntemler oldukları anlaşılmaktadır. Bu sonuçlara göre, bölgeden alınan ve % 0 ile 2,5 arasında CaCO<sub>3</sub> kapsayan toprak örneklerinin alınabilir fosfor kapsamalarını belirlemekte, Kacar yönteminin kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Aynı amaçla Bingham yöntemi de kullanılabilir. Çünkü bu iki yöntemin L degeriyle verdikleri korelasyon katsayıları birbirinden önemli derecede farklılık göstermemektedir. % 2,5'tan düşük CaCO<sub>3</sub> içeren topraklarda Kacar yönteminin L degeriyle ilişkisi Şekil. 12'den izlenmektedir.

4.4.5. CaCO<sub>3</sub> kapsamaları % 2,5 ile % 10 arasında bulunan kireçli topraklara uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin saptanması:

Kireç kapsamaları % 2,5 ile % 10 arasında bulunan 13 toprak örneğinde değişik yöntemlerle saptanan alınabilir fosfor miktarlarının L degeriyle verdikleri lineer korelasyon katsayıları yalnızca 2 yöntem için 0,05 düzeyinde güvenilir bulunmuştur (Çizelge. 17). Bu yöntemler, çözücüsü 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> olan Olsen ve arkadaşları ( $r=0,592^x$ ) ve P<sup>32</sup> uygulanarak gerçek-



leştirilen E degeri ( $r=0,578^x$ ) yöntemleridir. Bunlardan Olsen ve arkadaşları yönteminin biyolojik veriler ile önemli ilişki vermemesine karşılık E degeri, gübre dozlarına bağımlı olarak topraktan alınan fosfor miktarlarıyla güvenilir korelasyonlar vermiştir. Bu sonuçlar, kireç kapsamı % 2,5 ile % 10 arasında bulunan İzmir topraklarında Olsen ve E degeri dışındaki kimyasal yöntemlerin (araştırmada denenmiş olan yöntemlerin) güvenilir olmadığını kanıtlamaktadır. Olsen ve E degeri yöntemlerinin L degeriyle verdikleri korelasyon katsayıları Z transformasyonuna göre birbirinden farklı bulunmamıştır. Bu nedenle, her iki yöntemin söz konusu toprakların alınabilir fosfor kapsamlarını belirlemede kullanılabileceği anlaşılmıştır (Şekil. 13).

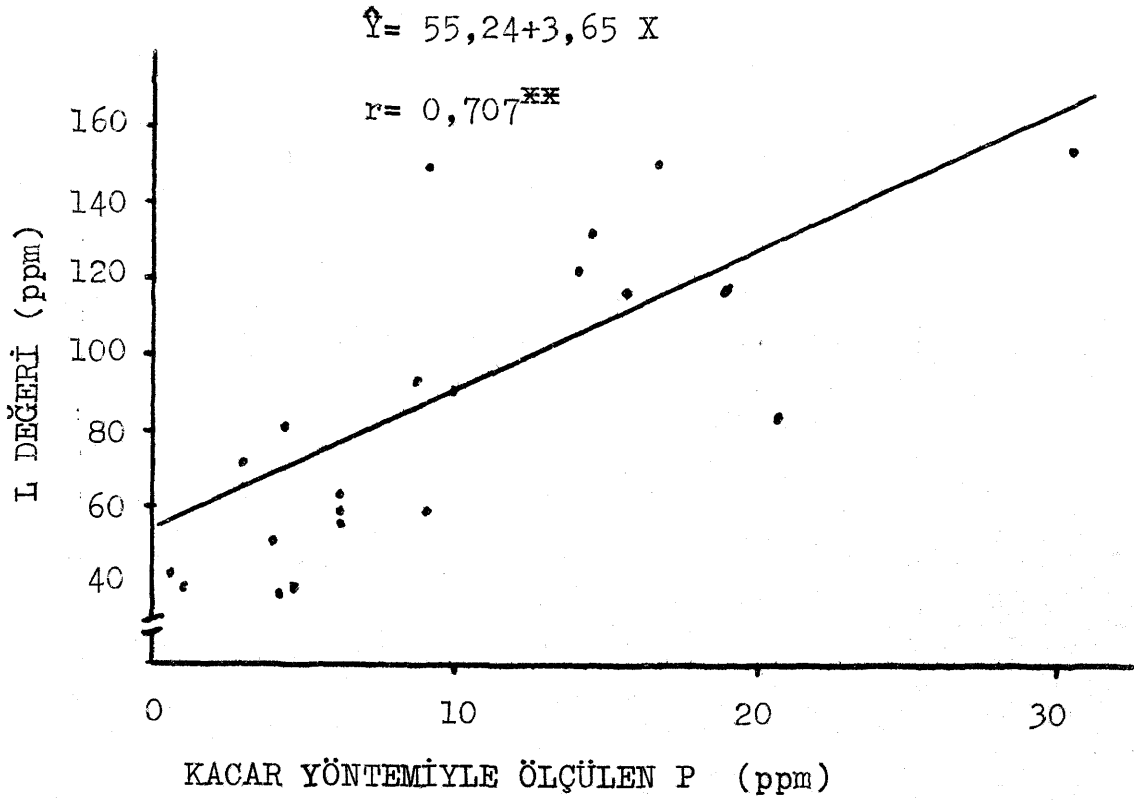
4.4.6. CaCO<sub>3</sub> kapsamı % 10'dan yüksek olan kireççe çok zengin topraklara uygulanabilecek kimyasal yöntemlerin saptanması:

Çizelge. 17'de % 10'dan yüksek CaCO<sub>3</sub> kapsayan topraklara ilişkin sütun incelenirse, L degeriyle yalnızca Olsen ve arkadaşları yönteminin ilişki verdiği görülmektedir. Korelasyon katsayısı  $0,903^x$  olan söz konusu ilişki ancak 0,05 düzeyinde güvenilir durumdadır. Korelasyon katsayısının yüksek olmasına karşılık, ilişkinin 0,05 düzeyinde güvenilir bulunması toprak sayısının azlığından ileri gelmektedir. Biyolojik verilerden total P artışları ile Olsen yöntemi sonuçları arasında negatif bir uyarlık ( $r=-0,840^x$ ) saptanmıştır. Bu sonuçlardan, % 10'dan yüksek kireç kapsayan İzmir topraklarının alınabilir fosfor miktarlarının belirlenmesinde Olsen ve arkadaşları yönteminin güvenilir olduğu, araştırmada denenmiş bulunan diğer kimyasal yöntemlerin aynı amaçla kullanılmasının tutarlı olmayacağı yargısına varılmaktadır.

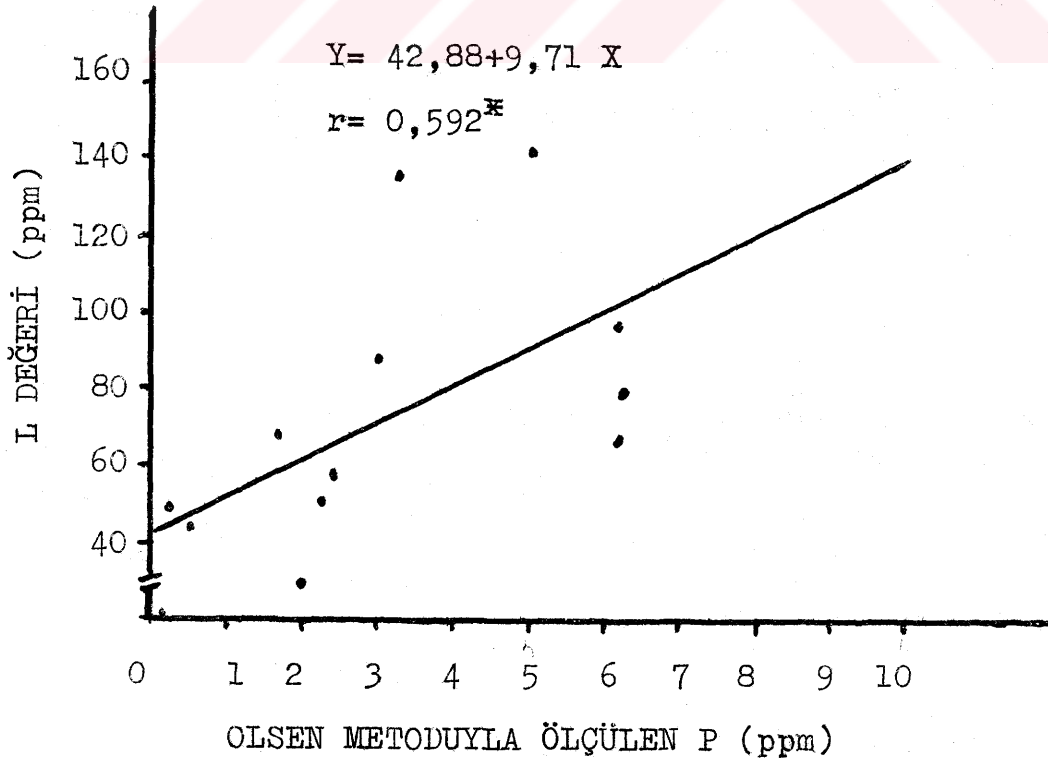
Çizelge. 17 İzmir ili tarım topraklarını  $CaCO_3$  kapsamlarına göre gruplandırarak yapılan hesaplamalarda kimyasal yöntemlerin L değeri ve biyolojik veriler ile gösterdikleri lineer korelasyon katsayıları

CaCO <sub>3</sub> Kapsamı	B İ Y O L O J İ K						V E R İ L E R	
	P <sub>0</sub>	Oransal total P	Total P'de ortalama artış	P <sub>1</sub> dozunda töpraktan alınan P	P <sub>2</sub> dozunda töpraktan alınan P	Ortalama L değeri	L değeri ile regresyon denklemleri	
0-2,5 n= 20	Knoar (1964)	0,670 <sup>XX</sup>	0,643 <sup>XX</sup>	-0,494 <sup>X</sup>	-	0,501 <sup>X</sup>	0,707 <sup>XX</sup>	Y=55,24+3,65 X
	Bingham (1949)	0,588 <sup>XX</sup>	0,593 <sup>XX</sup>	-	-	-	0,655 <sup>XX</sup>	Y=63,40+20,34 X
	Willer-Axley (1956)	0,649 <sup>XX</sup>	0,579 <sup>XX</sup>	-	-	0,466 <sup>X</sup>	0,541 <sup>X</sup>	Y=61,29+4,29 X
	Bray-Iurtz No. 1 (1945)	0,664 <sup>XX</sup>	0,448 <sup>X</sup>	-	-	0,586 <sup>XX</sup>	0,538 <sup>X</sup>	Y=66,52+2,70 X
	B değeri (1953)	-	-	-	-	-	0,508 <sup>X</sup>	Y=58,75+1,03 X
2,5-10 n= 13	Olson ve arka- daşları (1954)	-	-	-	-	-	0,592 <sup>X</sup>	Y=42,88+9,71 X
	B değeri (1953)	-	-	-	0,601 <sup>X</sup>	0,695 <sup>XX</sup>	0,578 <sup>X</sup>	Y=39,59+0,74 X
10 n= 6	Olson ve arka- daşları (1954)	-	-	-0,840 <sup>X</sup>	-	-	0,903 <sup>X</sup>	Y=35,63+5,68 X

XX: P < 0,01  
X: P < 0,05



Şekil-12: % 2,5'dan az  $\text{CaCO}_3$  kapsayan topraklarda Kacar (1964) yöntemiyle ölçülen fosfor miktarlarının L değeri ile ilişkisi.



Şekil-13: % 2,5-10 arasında  $\text{CaCO}_3$  kapsayan topraklarda Olsen ve arkadaşları (1954) yöntemiyle ölçülen fosfor miktarlarının L değeriyle ilişkisi.

4.5. İzmir ili tarım topraklarının fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasiteleri ve bunları etkileyen etmenler:

4.5.1. İzmir topraklarında fosfor adsorpsiyonu ve fosfor fiksasyonu:

İzmir ili tarım topraklarını simgelemek üzere il sınırları içinden alınmış bulunan 39 toprak örneğinin değişik çalkalama süreleri sonunda adsorbe ve fikse etmiş oldukları fosfor miktarları, katılan fosforun %'si ve 100 gr toprakta miligram olarak Çizelge. 18 ve Çizelge. 19'da ayrı ayrı gösterilmiştir. Bu verilere dayanılarak yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge. 20'de, L.S.D. testine göre gruplandırılmış % adsorpsiyon ve % fiksasyon ortalamaları ise Çizelge. 21'de verilmiştir.

Söz konusu çizelgelerin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, katılan fosforun %'si olarak adsorbe edilen ortalama fosfor miktarları,

2 dakikada	% 63,88
1 günde	% 78,26
4 günde	% 88,35
8 günde	% 91,39
12 günde	% 92,12

olarak saptanmıştır. Buna karşılık fikse edilen ortalama fosfor miktarları,

2 dakikada	% 55,64
1 günde	% 67,18
4 günde	% 78,76
8 günde	% 80,98
12 günde	% 84,73'tur.

Adsorbe edilen fosfor miktarlarını 100 olarak alırsak fikse edilen fosfor miktarları, adsorpsiyonun sırasıyla % 87,1, % 85,9, % 89,1, % 88,6 ve % 91,9'unu oluşturmaktadırlar. Bu verilerin de ortaya koyduğu gibi, İzmir ili tarım topraklarının

gerek adsorbe, gerekse fikse etmiş oldukları fosfor miktarları oldukça yüksektir. Bununla beraber, toprak örneklerinin adsorbe ve fikse etmiş oldukları fosfor miktarları birbirlerinden farklı bulunmakta ve bu farklılık çalkalama sürelerine göre de kendini göstermektedir. Nitekim, Çizelge. 20'de verilen varyans analizi sonuçları göz önüne alındığında, % adsorpsiyon ve % fiksasyon üzerine toprakların ve çalkalama sürelerinin önemli etkileri ( $P < 0,01$ ) bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç, toprakların farklı çalkalama sürelerinde birbirine oranla farklı miktarlarda fosfor bağlamış olduklarını ortaya koymaktadır.

Çizelge. 21'de verilen ortalamalardan da izlenebildiği gibi, İzmir tarım topraklarında fosforun tutulması son derece hızlı olmaktadır. 2 dakika gibi kısa bir süre içinde katılan fosforun % 63,88'i adsorbe edilmiş ve bu miktarın % 87,1'i (katılan fosforun % 55,64'u) ise suda çözünmez bileşikler halinde tutulmuştur. Çalkalama süresinin artmasıyla gerek adsorbe, gerekse fikse edilen fosfor miktarları da 1 ve 4 günlük çalkalama süreleri sonuna dek istatistik anlamda önemli artışlar göstermişlerdir. 1 gün sonunda adsorbe edilen ortalama fosfor miktarları, 2 dakikada adsorbe edilen miktarlara oranla % 22,5 artmış, buna paralel olarak fikse edilen ortalama miktarların artış oranı % 21 olmuştur. 4 gün sonunda ise, 2 dakikada adsorbe ve fikse edilen ortalama fosfor miktarlarına oranla gözlenen artışlar sırasıyla % 38,3 ve % 41,5 olarak saptanmıştır. 4 günlük çalkalama süresinden sonra tutulan fosfor miktarlarındaki artışlar azalarak sürmüştür, fakat bu artışlar istatistik anlamda önemli bulunmamıştır. Adsorbe ve fikse edilen fosfor miktarlarınının zamana bağlı olarak değişimi Şekil. 14'den izlenmektedir. Yukarıdaki açıklamalardan ve Şekil. 14'den de anlaşıldığı gibi, araştırma konusu topraklar, 4 günlük çalkalama süresi sonunda adsorpsiyon ve fiksasyon yönünden doygunluğa ulaşmakta ve bu süreden sonra tutulan fosfor miktarları önemli artışlar göstermemektedirler.

Çizelge. 18 İzmir ili tarım topraklarının değişik zaman aralıklarında adsorbe ettikleri fosfor miktarları

Toprak No:	Lab. No:	Toprağa katılan fosforun %'si olarak adsorbe edilen fosfor miktarları					100 gr toprakta miligram olarak adsorbe edilen fosfor miktarları				
		2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün	2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün
1	1	61,22	75,08	89,20	91,54	91,62	3,061	3,754	4,460	4,577	4,581
2	2	47,18	67,16	84,36	90,98	90,12	2,359	3,358	4,218	4,549	4,506
3	3	72,78	85,76	93,36	96,28	96,04	3,639	4,286	4,668	4,814	4,802
5	4	54,14	64,84	77,80	84,74	83,14	2,707	3,242	3,890	4,237	4,157
6	5	67,14	79,38	84,90	88,04	87,68	3,357	3,969	4,245	4,402	4,304
9	6	59,96	90,06	91,20	95,08	94,62	2,998	4,503	4,560	4,754	4,731
11	7	60,40	79,86	90,98	94,38	94,30	3,020	3,983	4,549	4,719	4,715
12	8	91,02	93,96	97,30	97,54	97,68	4,551	4,698	4,865	4,877	4,884
13	9	45,62	69,58	87,10	92,96	92,16	2,281	3,479	4,355	4,648	4,608
14	10	63,12	81,34	91,46	95,30	94,88	3,156	4,067	4,573	4,765	4,744
17	11	67,74	84,18	92,90	96,40	96,62	3,387	4,209	4,645	4,820	4,801
18	12	79,54	90,38	94,70	95,96	96,30	3,977	4,519	4,735	4,798	4,815
19	13	56,92	82,00	89,50	92,58	92,92	2,846	4,100	4,475	4,629	4,646
20	14	49,44	63,08	80,18	84,28	86,00	2,472	3,154	4,009	4,214	4,300
21	15	69,22	79,70	89,36	91,20	92,36	3,461	3,985	4,468	4,560	4,618
23	16	51,12	67,00	83,38	88,20	88,40	2,556	3,350	4,169	4,410	4,420



Çizelge. 18'in devamı

Toprak No:	Lab. No:	Toprağa katılan fosforun %'si olarak adsorbe edilen fosfor miktarları					100 gr toprakta miligram olarak adsorbe edilen fosfor miktarları				
		2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün	2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün
25	17	65,38	81,34	92,56	94,10	95,52	3,269	4,067	4,628	4,705	4,776
28	18	79,74	81,74	86,52	89,56	89,36	3,987	4,087	4,326	4,478	4,468
29	19	56,72	67,72	77,66	80,72	90,44	2,836	3,386	3,883	4,036	4,522
30	20	78,26	85,70	92,28	94,40	94,30	3,913	4,285	4,614	4,720	4,715
33	21	70,22	82,04	89,90	92,92	92,52	3,511	4,102	4,495	4,646	4,626
34	22	82,58	95,30	98,10	97,52	98,42	4,129	4,765	4,905	4,876	4,921
35	23	35,78	62,18	79,20	87,58	87,40	1,787	3,109	3,960	4,379	4,370
36	24	75,72	85,84	88,66	87,68	91,34	3,786	4,282	4,433	4,384	4,567
39	25	80,46	89,42	94,70	94,16	95,50	4,023	4,471	4,735	4,708	4,775
41	26	50,24	69,48	77,94	84,66	83,48	2,512	3,474	3,899	4,233	4,189
42	27	71,46	83,88	93,42	94,98	95,02	3,573	4,194	4,671	4,749	4,751
43	28	40,54	58,44	76,36	87,58	86,34	2,027	2,922	3,818	4,379	4,317
44	29	42,06	64,80	86,42	94,30	93,18	2,103	3,240	4,321	4,715	4,659
46	30	35,10	50,62	71,16	80,98	79,42	1,755	2,531	3,358	4,049	3,971
50	31	52,54	71,66	89,34	90,08	91,78	2,627	3,583	4,467	4,504	4,589
51	32	39,72	54,64	73,68	81,58	79,22	1,986	2,732	3,684	4,079	3,961



Çizelge. 18'in devamı

Toprak No:	Lab. No:	Toprağa katılan fosforun %'si olarak adsorbe edilen fosfor miktarları						100 gr toprakta miligram olarak adsorbe edilen fosfor miktarları					
		2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün	2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün		
53	33	65,00	82,56	93,72	94,54	95,64	3,250	4,128	4,686	4,727	4,782		
56	34	74,38	90,12	96,54	88,18	97,38	3,719	4,506	4,827	4,409	4,869		
59	35	86,78	91,20	95,42	93,72	98,28	4,339	4,560	4,771	4,686	4,912		
60	36	89,82	93,74	96,36	96,36	97,34	4,491	4,687	4,818	4,818	4,868		
62	37	68,22	82,66	89,56	92,64	94,78	3,411	4,133	4,478	4,632	4,739		
63	38	73,14	85,12	93,68	94,82	94,60	3,657	4,256	4,684	4,741	4,730		
65	39	80,82	90,74	94,84	95,56	96,60	4,041	4,537	4,742	4,778	4,830		
En düşük		35,10	50,62	71,16	80,72	79,22	1,755	2,531	3,358	4,036	3,961		
En yüksek		91,02	95,30	98,10	97,54	98,42	4,551	4,765	4,905	4,877	4,921		

Çizelge. 19 İzmir ili tarım topraklarının değişik zaman aralıklarında fikse ettikleri fosfor miktarları

Toprak No:	Lab. No:	Toprağa katılan fosforun %'si olarak fikse edilen fosfor miktarları					100 gr toprakta miligram olarak fikse edilen fosfor miktarları				
		2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün	2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün
1	1	49,31	55,48	79,20	79,50	82,20	2,470	2,774	3,960	3,975	4,110
2	2	36,37	50,04	66,92	79,83	79,59	1,818	2,502	3,346	3,992	3,930
3	3	64,64	74,27	87,32	89,66	89,32	3,232	3,713	4,366	4,483	4,466
5	4	39,57	43,80	63,80	63,12	70,76	1,979	2,190	3,190	3,156	3,538
6	5	52,98	62,30	73,66	76,50	76,45	2,649	3,115	3,683	3,828	3,827
9	6	52,92	79,66	83,92	87,52	87,65	2,646	3,983	4,196	4,376	4,303
11	7	53,99	69,72	81,36	84,77	87,28	2,699	3,486	4,068	4,239	4,364
12	8	86,86	89,45	95,66	91,75	93,22	4,343	4,472	4,783	4,587	4,661
13	9	34,80	56,15	75,86	77,16	82,68	1,740	2,807	3,793	3,858	4,134
14	10	55,14	70,96	85,74	90,36	91,14	2,757	3,548	4,287	4,518	4,557
17	11	58,09	75,84	87,38	87,86	90,64	2,905	3,791	4,369	4,393	4,532
18	12	70,11	83,14	90,30	90,57	91,79	3,506	4,157	4,515	4,528	4,589
19	13	51,14	73,23	77,82	83,29	83,94	2,557	3,662	3,891	4,165	4,197
20	14	40,53	54,54	65,72	74,52	73,03	2,036	2,727	3,286	3,727	3,651
21	15	62,28	65,26	77,34	81,34	82,00	3,114	3,263	3,867	4,066	4,100
23	16	33,02	52,00	72,06	74,50	74,81	1,651	2,600	3,603	3,725	3,741

Çizelge . 19'un devamı

Toprak No:	No. Tab	Toprağa katılan fosforun %'si olarak fikse edilen fosfor miktarları					100 gr toprakta miligram olarak fikse edilen fosfor miktarları				
		2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün	2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün
25	17	54,16	72,22	86,24	87,15	92,55	2,708	3,611	4,312	4,357	4,628
28	18	65,36	66,32	77,54	77,66	79,89	3,348	3,316	3,877	3,883	3,995
29	19	43,23	50,26	64,88	64,82	80,25	2,162	2,523	3,244	3,241	4,012
30	20	71,70	75,11	84,40	83,92	85,12	3,585	3,755	4,220	4,196	4,256
33	21	62,72	71,34	79,26	82,92	86,41	3,136	3,567	3,963	4,164	4,321
34	22	80,22	91,86	95,36	93,33	96,76	4,011	4,593	4,768	4,667	4,784
35	23	29,42	50,95	65,00	75,77	80,46	1,471	2,548	3,250	3,789	4,023
36	24	66,19	76,67	78,44	78,25	84,50	3,309	3,834	3,922	3,913	4,225
39	25	74,98	81,74	89,16	90,51	90,34	3,749	4,087	4,458	4,525	4,517
41	26	42,09	56,11	65,24	70,24	69,94	2,104	2,805	3,262	3,512	3,497
42	27	65,37	75,64	86,70	80,75	90,76	3,269	3,782	4,335	4,037	4,538
43	28	35,12	49,60	71,46	72,48	81,41	1,756	2,480	3,573	3,624	4,071
44	29	38,61	59,26	78,46	78,72	88,64	1,931	2,963	3,923	3,936	4,432
46	30	28,56	39,10	55,30	65,40	63,74	1,428	1,955	2,765	3,270	3,187
50	31	46,77	57,34	79,04	78,06	84,82	2,338	2,867	3,952	3,903	4,241
51	32	36,65	44,12	59,92	71,87	71,56	1,832	2,206	2,996	3,593	3,578

Çizelge. 19'un devamı

Toprak No:	Lab. No:	Toprağa katılan fosforun %'si olarak fikse edilen fosfor miktarları					100 gr toprakta miligram olarak fikse edilen fosfor miktarları				
		2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün	2 dakika	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün
53	33	60,61	71,64	85,10	84,92	90,07	3,011	3,582	4,255	4,264	4,504
56	34	69,61	82,13	90,30	81,26	91,81	3,481	4,107	4,515	4,663	4,591
59	35	80,56	82,94	84,94	84,40	95,40	4,028	4,113	4,247	4,220	4,770
60	36	83,50	85,98	84,16	85,78	93,50	4,175	4,299	4,208	4,289	4,675
62	37	58,02	70,88	77,67	84,24	91,76	2,901	3,544	3,883	4,112	4,588
63	38	63,46	72,23	82,42	85,15	88,08	3,173	3,612	4,121	4,256	4,404
65	39	71,63	80,70	86,52	88,19	90,14	3,582	4,035	4,326	4,409	4,507
En düşük		28,56	39,10	55,30	63,12	63,74	1,428	1,955	2,765	3,156	3,187
En yüksek		88,86	91,86	95,66	93,33	96,76	4,343	4,593	4,783	4,667	4,784

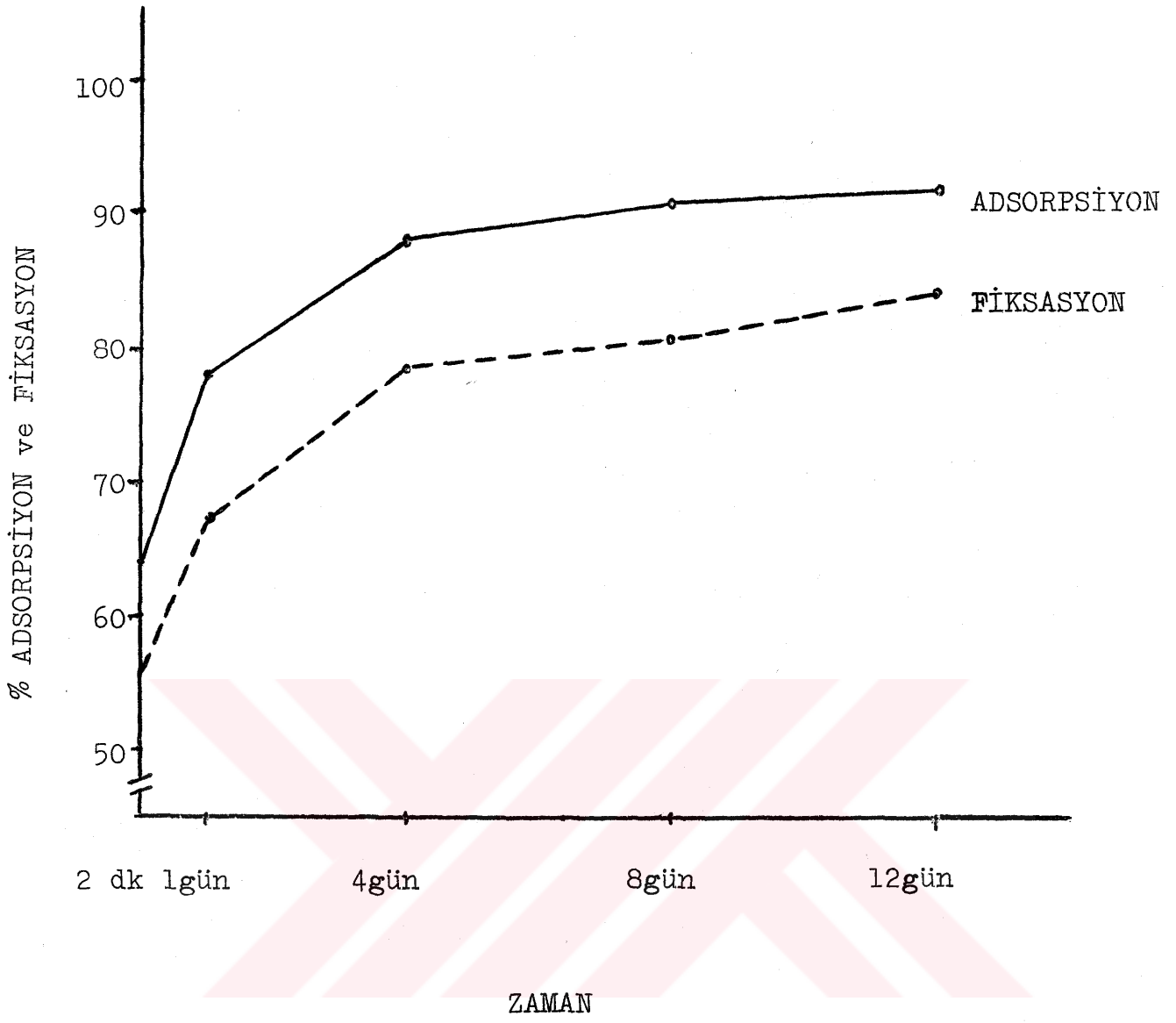
Çizelge. 20 İzmir ili tarım topraklarında % adsorpsiyon ve % fiksasyon üzerine toprakların ve zamanın etkisine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Bağımsızlık derecesi	Kareler Ortalaması	
		Fosfor Adsorpsiyonu	Fosfor Fiksasyonu
Toplam (işlemler)	194		
Topraklar	38	337,23 <sup>xx</sup>	535,67 <sup>xx</sup>
Zaman	4	5557,98 <sup>xx</sup>	5540,25 <sup>xx</sup>
Hata	152	32,30	30,63

xx:  $P < 0,01$

Çizelge. 21 L.S.D. testine göre gruplandırılmış % adsorpsiyon ve % fiksasyon ortalamaları

	Zaman	Ortalama	Ort. St. Hatası	Gruplar
ADSORPSİYON	2 dakika	63,88	2,45	A
	1 gün	78,26	1,87	B
	4 gün	88,35	1,12	C
	8 gün	91,39	0,75	C
	12 gün	92,12	0,79	C
	Genel Ortalama:	82,80	C.V.: % 6,86	
FIKSASYON	2 dakika	55,64	2,55	A
	1 gün	67,18	2,21	B
	4 gün	78,75	1,57	C
	8 gün	80,98	1,21	C
	12 gün	84,73	1,26	C
	Genel Ortalama:	73,46	C.V.: % 7,53	



Şekil-14: İzmir topraklarında % adsorpsiyon ve % fiksasyonun zamana bağlı olarak değişimi.



4.5.2. İzmir ili tarım topraklarında fosfor adsorpsiyon ve fiksasyonunu etkileyen toprak özellikleri:

Araştırma topraklarında adsorpsiyon ve fiksasyonla önemli ilişkiler veren toprak özellikleri ve bunlara ilişkin lineer korelasyon katsayıları Çizelge. 22'de belirtilmiştir. Buradan da izlendiği gibi, tekstür fraksiyonlarının bölge topraklarında tutulan fosfor miktarlarına önemli etkileri olduğu saptanmıştır. Toprakların kum kapsamı gerek adsorbe, gerekse fikse edilen fosfor miktarlarını tüm çalkalama sürelerinde güvenilir biçimde ( $P < 0,01$ ) etkilemiş ve bu etki negatif olmuştur. Bu sonuç, bölge topraklarında kum kapsamının artmasıyla toprak tarafından tutulan fosfor miktarlarının önemli derecede azaldığını ve bu etkinin uzun süreli olduğunu göstermektedir. Kumun negatif etkisine karşılık, mil ve kilin adsorpsiyon ve fiksasyona etkileri pozitif bulunmuştur. Toprakların mil kapsamının etkisi genellikle 0,05 düzeyinde güvenilir durumdadır. Kil miktarlarının adsorpsiyon ve fiksasyonla ilişkileri incelendiğinde, kilin 2 dakika ve 1 günde tutulan fosfor miktarlarını 0,01 düzeyinde güvenilir biçimde artırdığı, fakat bu etkinin zamanla azalarak ortadan kalktığı anlaşılmaktadır. Anılan ilişki, 4 gün sonunda 0,05 düzeyinde güvenilir duruma düşmüş ve 8 ile 12 günlük çalkalama süreleri sonunda önemini yitirmiştir. Toprak öğelerinden C.E.C. ve  $Ca^{++} + Mg^{++}$ 'un adsorpsiyon ve fiksasyona etkileri de kilin etkisine paralel olmuştur. Sözü geçen öğelerin tutulan fosfor miktarlarına etkileri, 2 dakika ve 1 gün sonunda 0,01, 4 gün sonunda ise 0,05 düzeyinde güvenilir bulunmuş ve giderek önemlerini yitirmişlerdir. Organik madde miktarları 2 dakikada tutulan fosfor miktarlarını 0,01 düzeyinde güvenilir biçimde ve pozitif yönde etkilemiş, fakat daha sonra bu etki azalarak ortadan kalkmıştır. Adsorpsiyon ve fiksasyon üzerine etkili oldukları pek çok araştırmayla saptanmış bulunan pH ve  $CaCO_3$ 'ün araştırma topraklarında tutulan fosfor miktarlarına etkileri önemli bulunmamıştır.

Çizelge. 22 İzmir ili tarım topraklarında adsorpsiyon ve fiksasyonun toprak özellikleriyle güvenilir bulunan ilişkileri

Toprak Özellikleri	FOSFOR ADSORPSİYONU					FOSFOR FİKSASYONU				
	2 dk.	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün	2 dk.	1 gün	4 gün	8 gün	12 gün
% Kum	-0,781 <sup>XX</sup>	-0,751 <sup>XX</sup>	-0,599 <sup>XX</sup>	-0,443 <sup>XX</sup>	-0,544 <sup>XX</sup>	-0,764 <sup>XX</sup>	-0,708 <sup>XX</sup>	-0,585 <sup>XX</sup>	-0,531 <sup>XX</sup>	-0,506 <sup>XX</sup>
% Kil	0,391 <sup>X</sup>	0,432 <sup>XX</sup>	0,338 <sup>X</sup>	0,363 <sup>X</sup>	0,363 <sup>X</sup>	0,402 <sup>X</sup>	0,402 <sup>X</sup>	0,413 <sup>XX</sup>	0,416 <sup>XX</sup>	-
% Kil + Mg <sup>++</sup>	0,655 <sup>XX</sup>	0,560 <sup>XX</sup>	0,387 <sup>X</sup>	-	-	0,608 <sup>XX</sup>	0,530 <sup>XX</sup>	0,330 <sup>X</sup>	-	-
Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>	0,661 <sup>XX</sup>	0,535 <sup>XX</sup>	0,384 <sup>X</sup>	-	-	0,585 <sup>XX</sup>	0,483 <sup>XX</sup>	0,343 <sup>X</sup>	-	-
C.E.C.	0,612 <sup>XX</sup>	0,478 <sup>XX</sup>	0,329 <sup>X</sup>	-	-	0,520 <sup>XX</sup>	0,418 <sup>XX</sup>	-	-	-
Organik Madde	0,480 <sup>XX</sup>	0,351 <sup>X</sup>	-	-	-	0,434 <sup>XX</sup>	0,364 <sup>X</sup>	-	-	-

XX: P < 0,01

X: P < 0,05

4.5.3. Adsorpsiyon ve fiksasyon üzerine toprak özelliklerinin ortak etkileri:

Topraklarda oluşan adsorpsiyon ve fiksasyon olayları üzerine toprak ögeleri tek başlarına etkili olabildikleri gibi, bunların ortak etkileri de söz konusu olabilir. Çünkü bazı toprak ögeleri birbirinin etkilerini perdeleyebilmekte, böylece bu ögelerin etkisi gözlenememektedir. Bu durumun açıklığa kavuşması için çalışmanızda çoklu korelasyon hesapları da yapılmış ve sonuçlar Çizelge. 23'te açıklanmıştır.

Görüldüğü gibi, İzmir topraklarının gerek adsorbe, gerekse fikse ettikleri fosfor miktarları üzerine % kum ve  $\text{Na}^+$ 'un negatif, C.E.C.'nin ise pozitif yönlü ortak etkileri vardır. Ancak bunlardan C.E.C., adsorpsiyon üzerine 2 dakika ve 1 günlük çalkalama sürelerinde etkili olduğu halde, bu etki 4. gün sonunda önemini yitirmiştir. Buna karşılık fiksasyon üzerine aynı etki 2 dakikalık çalkalama süresinde önemli bulunmuş, daha sonra da ortadan kalkmıştır. Bu sonuçlar, değişebilir katyonların kısa sürede yüksek miktarda fosfor tutulmasına neden olduklarını ve toprakların bağladıkları fosfor miktarları yönünden doygunluğa ulaşmalarında önemli rolleri bulunduğunu göstermektedir. Kum ve  $\text{Na}^+$ 'un negatif etkileri ise bütün zaman aralıklarında önemlerini korumuşlardır. Bu üç toprak ögesinin ortak etkilerine ilişkin belirleme katsayısı ( $R^2$ ), 2 dakikalık sürede adsorpsiyon için 0,72, fiksasyon için ise 0,69 olarak saptandığı halde, 12 günlük sürede sırasıyla 0,37 ve 0,36 bulunmuştur. Belirleme katsayısı tutulan fosforun % kaçının bu ögelerce tutulduğunu gösterdiğinden bunların zamanla azalması ortak etkisinin de giderek azaldığını kanıtlamaktadır. Çizelge. 23'te verilen bilgilere göre sodyum, adsorpsiyon ve fiksasyonu azaltmakta, diğer değişebilir katyonlar ise arttırmaktadır. Sodyumun bu etkisinin uzun süreli olmasına karşın, diğer değişebilir katyonlar işlevlerini kısa sürede tamamlamaktadırlar.

Çizelge . 23 İzmir ili tarım topraklarında fosfor adsorpsiyonu ve fiksasyonuna toprak özelliklerinin ortak etkileri

ZAMAN	FOSFOR ADSORPSİYONU		FOSFOR FİKSASYONU	
	Regresyon denklemi	R <sup>2</sup>	Regresyon denklemi	R <sup>2</sup>
2 dakika	$Y=76,40-0,522 X_1 - 2,205 X_2 + 0,480 X_3$	0,72	$Y=72,67-0,581 X_1 - 2,912 X_2 + 0,430 X_3$	0,69
1 gün	$Y=92,13-0,433 X_1 - 2,114 X_2 + 0,274 X_3$	0,64	$Y=93,42-0,578 X_1 - 1,651 X_2$	0,55
4 gün	$Y=96,11-0,223 X_1 - 1,342 X_2$	0,41	$Y=90,49-0,350 X_1 - 1,245 X_2$	0,40
8 gün	$Y=98,01-0,138 X_1 - 0,727 X_2$	0,28	$Y=93,34-0,260 X_1 - 1,256 X_2$	0,38
12 gün	$Y=100,17-0,171 X_1 - 0,735 X_2$	0,37	$Y=97,26-0,261 X_1 - 1,358 X_2$	0,36

$X_1$ : % Kum,  $X_2$ : Na<sup>+</sup>,  $X_3$ : C.E.C.

## 5. TARTIŞMA

### 5.1. İzmir ili tarım topraklarının total, inorganik ve organik fosfor durumunun tartışması:

Araştırma sonuçlarında da belirtildiği gibi, İzmir topraklarının total fosfor kapsamı geniş sınırlar içerisinde (100-1360 ppm) değişim göstermekte ve bunun % 45,4-94,6 arasında saptanan miktarları inorganik formda bulunmaktadır. Organik fosfor ise inorganik fosfora oranla oldukça düşüktür. Gerek dünyada, gerekse yurdumuzda yapılan araştırmalar, topraklarda fosforun genellikle inorganik formda bulunduğunu ortaya koymuştur. Kaila (1965), Finlandiya topraklarının % 65 oranında inorganik fosfor içerdiklerini, organik fosforun ise total fosforun % 35'ini oluşturduğunu saptamıştır. Nigro (1967) İtalya, Gupta (1965) ise Hindistan topraklarında yaklaşık sonuçlar elde etmişlerdir.

Yurdumuzun Çukurova bölgesi topraklarının fosfor durumunu inceleyen Kacar (1964), araştırma topraklarında total fosforun % 14,1'i oranında organik fosfor bulunduğunu ve bu miktarın inorganik fosfora oranla düşük bulunduğunu bildirmiştir. Guzel (1974) ise Ege bölgesinde yaygın bulunan bazı toprak gruplarında organik fosfor miktarlarının total fosforun % 20'si dolaylarında olduğunu ve inorganik fosforun organik fosfora oranla yüksek bulunduğunu açıklamıştır. Saatçi ve arkadaşları (1977), Mugla topraklarının 100-1900 ppm total fosfor içerdiklerini, bu miktarların ortalama olarak % 29,8'inin organik formda bulunduğunu saptamışlardır. Aynı araştırmada bölge topraklarının birbirlerine oranla farklı miktarlarda total fosfor kapsamı, ana materyal farklılığı, fosforun profilde yıkanması ve uygulanan tarım biçimi gibi etmenlerle açıklanmıştır. Bhan ve Tripathi (1973), aynı bölgeden alınan topraklarda

farklı miktarlarda total fosfor bulunmasının, ana materyal, yıkanma, iklim ve bitki örtüsü gibi etkenlerden ileri gelebileceğini savunmuşlardır.

Bu bilgiler araştırmamızdan elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir. İzmir topraklarının biribirinden farklı miktarlarda total fosfor içermeleri ve bölgesel veya toprak gruplarına göre bir ayırım yapılamaması bunların ana materyallerinin farklılığından ileri gelebilir. Fakat allüvial ve kollovial topraklar için bu durumun saptanması güçtür. Bunun dışında söz konusu farklılığa yıkanma ve uygulanan tarım biçimi gibi etmenler de yol açmış olabilir.

Bölge topraklarının genellikle düşük miktarlarda organik fosfor içermeleri, İzmir'in sıcak bir iklime sahip olmasıyla açıklanabilir. Sıcak iklim nedeniyle organik fosforun mineralizasyonu hızlanmakta ve organik fosfor inorganik forma dönüşmektedir. Nitekim İzmir topraklarının % 77'sinin organik maddece yoksul bulunması (Kovancı, 1964) bu görüşü destekler niteliktedir. Kacar (1964), İzmir ile yaklaşık iklim koşullarında bulunan Çukurova topraklarında düşük miktarda organik fosfor bulunmasını sıcak iklim nedeniyle mineralizasyonun hızlanmasına bağlamıştır. Toprak örneklerinin üzerinde tarım yapılan alanlardan alınması da organik fosforun düşük bulunmasına neden olabilir. Çünkü, Omotoso (1973), üzerinde tarım yapılan toprakların, yapılmayanlara oranla daha düşük organik fosfor kapsadığını belirtmiştir. Bu durumun toprağa karışan organik madde miktarıyla ilgili olduğu açıktır. Sharma (1967), toprakta bulunan organik madde azaldıkça organik formdaki fosforun da azaldığını saptamıştır.

Organik fosfor miktarlarının kil ile pozitif, kum ile negatif ilişkiler vermiş olması (Çizelge. 6), İzmir topraklarında kaba fraksiyondan ince fraksiyona doğru gidildikçe orga-



nik fosfor miktarlarının arttığını ve organik fosforun killi topraklarda daha fazla bulunduğunu göstermektedir. Nitekim Williams ve Saunders (1956), Scheffer ve arkadaşları (1960) ve Kaila (1963), organik fosforun çoğunlukla kil ve mil fraksiyonunda bulunduğunu saptamışlardır. Muğla topraklarında kil ile organik fosfor arasında pozitif ilişki bulan Saatçı ve arkadaşları (1977), bunun nedenini, organik fosfor bileşiklerinin kil minerallerince ve kolloidal Fe, Al oksitlerce tutularak mineralizasyona dayanıklılık kazanmalarıyla açıklamışlardır. Aynı araştırmacılara göre, kaba fraksiyondan ince fraksiyona doğru humik maddelerinin polimerizasyon derecelerinin artması da organik fosforun killi topraklarda daha fazla bulunmasına neden olabilmektedir. Bu araştırmalar ve yapılan açıklama kil ile organik fosforun ilişkisini belirlediği gibi, kum ile organik fosfor arasındaki negatif ilişkiyi de açıklamaktadır. Bundan başka, organik fosforun kumlu topraklarda daha az bulunması, bu toprakların iyi havalanmasından ileri gelmiş olabilir. Havalanma nedeniyle topraklarda mineralizasyon hızlanmakta ve organik madde azalmaktadır. Nitekim, İzmir topraklarının bazı özelliklerinin birbiriyle ilişkilerini gösteren ve sonuçların tartışmasına ışık tutacağı düşünüülerek hazırlanan Çizelge. 24'ten de izlendiği gibi, organik madde ile kum kapsamı arasında 0,01 düzeyinde güvenilir ve negatif bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki, kumlu topraklarda havalanma ve yıkanma gibi nedenlerle organik maddenin azaldığını, buna bağlı olarak organik fosforun düşük bulunduğunu kanıtlamaktadır.

Çizelge. 24 İzmir topraklarının bazı önemli fiziksel ve kimyasal özelliklerinin birbirleriyle ilişkileri

D E Ğ İ Ő K E N L E R		Korelasyon katsayısı (r)
X	Y	
% Kum	Organik Madde	-0,408 <sup>XX</sup>
% Mil	Organik Madde	0,446 <sup>XX</sup>
% Kil	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>	0,715 <sup>XX</sup>
% Kil	C.E.C.	0,722 <sup>XX</sup>

### 5.2. Sera denemesi sonuçlarının tartışması:

Araştırma sonuçlarında da belirtildiği gibi, İzmir ili tarım topraklarına uygulanan 30 ve 60 ppm'lik fosforlu gübrenin etkisiyle tanıga oranla sağlanan ortalama ürün artışları % 0,85-187 arasında değişim göstermiş ve P<sub>2</sub> dozunda gübreden yararlanma oranlarıyla ürün artışları arasında güvenilir ilişkiler saptanmıştır (Çizelge. 10). Bu sonuçlar, bölge topraklarında fosforlu gübrelemeyle önemli ürün artışları sağlanabileceğini ortaya koymaktadır. Kacar (1964), tanıga oranla sağlanan ürün artışları % 10'dan düşük bulunan toprakları fosforca zengin, % 50'den yüksek ürün artışı elde edilen toprakları fosforca yoksul, bunlar arasında ürün artışı gösteren toprakları ise fosforca orta durumda sayarak Çukurova topraklarının fosfor durumunu değerlendirmiş ve ürün artışlarının topraktaki alınabilir fosfor hakkında bir fikir verebileceğini bildirmiştir. İzmir topraklarında fosforlu gübrelemeyle sağlanan ürün artışlarının, gübrelenmeyen saksı-

lardan bitkilerin alabildiği fosfor miktarları ( $P_0$ ) ve L değerleriyle güvenilir negatif ilişkiler vermiş olması, ürün artışlarının toprakların fosfor durumu hakkında fikir verebileceği görüşüne uygun düşmektedir. Ürün artışlarının yüksek bulunması toprakların fosforca yoksulluğuna, düşük bulunması zenginliğine bir kanıt sayılabilir. Araştırma topraklarının alınabilir fosfor durumları, bu bilgilerin ışığı altında değerlendirilirse, sağlanan ürün artışları % 10'dan düşük bulunan 6 toprak örneğinin fosforca zengin, diğerlerinin ise orta ve yoksul olduğu yargıya varılabilir. Diğer bir deyimle, İzmir topraklarının % 85'inde fosforlu gübrelemeyle % 10'un üzerinde ürün artışı sağlanabileceği anlaşılmıştır. İzmir topraklarının alınabilir fosfor kapsamını araştıran Güner (1968), kimyasal yöntemlerle elde ettiği sonuçlara dayanarak bölge topraklarının % 11'inde fosforlu gübrelemeye gerek olmadığını, % 26'sında gereğinde gübrelemeyle olumlu sonuç alınabileceğini, % 63'ünde ise kesinlikle fosforlu gübrelemeye gerek olduğunu bildirmiştir. Bu bulgular, araştırma sonuçlarımızı destekler niteliktedir.

Sera denemesinden elde edilen biyolojik verilerin birbirleriyle ve L değeri sonuçlarıyla ilişkileri de bu konuda yapılan araştırmalarla uyum göstermektedir. Çizelge 10'da gösterildiği gibi, L değerinin ürün artışları ve oransal ürünle ilişkileri 0,01 düzeyinde güvenilir bulunmuştur. İpinmidun (1973) çim, Pichot ve arkadaşları (1976) ise prinç yetiştirerek yaptıkları sera denemelerinde L değeriyle ürün arasında korelasyon katsayıları sırasıyla 0,745<sup>xx</sup> ve 0,821<sup>xx</sup> olan ilişkiler saptamışlardır. Welch ve arkadaşları (1957), Baumgardner ve Barber (1956) gibi araştırmacılar ise oransal ürün miktarlarını standart veri olarak kullanmışlar ve kim-

yasal yöntem sonuçlarını bununla karşılaştırmışlardır. Bu çalışmalar da ürün artışlarının ve L değerinin topraklardaki alınabilir fosforu iyi yansıttığını ortaya koymaktadır. Araştırmamızda L değerinin ürün artışlarıyla ilişkisinin negatif bulunmasına karşılık, kaynak olarak verilen araştırmalarda söz konusu ilişki pozitifdir. Bunun nedeni, değinilen araştırmalarda doğrudan doğruya ürün miktarlarının, yaptığımız çalışmada ise tanığa oranla ürün artışlarının hesaplamaya sokulmasıdır. Doğal olarak toprakların alınabilir fosfor kapsamı arttıkça, saksılardan sağlanan ürün de artar. Fakat tanığa oranla elde edilen ürün artışları azalır. Çizelge. 10'da verilen söz konusu negatif ilişkiler bu açıdan değerlendirilirse, kaynak araştırmalarla uyum gösterdiği anlaşılmaktadır. Nitekim, Ülgen (1968) ve Ateşalp (1968) yaptıkları sera denemesinde A değeriyle ürün artışları arasında güvenilir negatif ilişkiler saptamışlardır.

Bitkilerin total P kapsamlarındaki ortalama artışların, % P artışlarıyla yüksek uyum göstermesi, fosfor alımı arttıkça ürünün ve buna bağlı olarak % P'un arttığını kanıtlamaktadır. Total P artışlarının ürün artışlarıyla güvenilir bir uyarlık göstermesi de (Çizelge. 10) bu görüşü desteklemektedir. Yurdumuzun değişik bölgelerinde yapılan çalışmalardan benzer sonuçlar alınmıştır. Kacar (1964), Zabunoglu (1967), Ülgen (1968), Ateşalp (1968) total P artışlarının % P artışlarıyla yüksek uyarlık gösterdiğini bulgulamışlardır. Kacar (1964) ise Çukurova topraklarında ürün artışlarının total P artışlarıyla 0,922<sup>xx</sup> gibi yüksek bir korelasyon verdiğini belirlemiştir.

Bitkilerin total P kapsamlarının L değeriyle ilişkileri de geniş ölçüde araştırılmıştır. Crisanto ve Sutton (1973), İpinmidun (1973), Pichot ve arkadaşları (1976),

Larsen (1976) gibi araştırıcılar L değerinin fosfor alımıyla yüksek korelasyon gösterdiğini ve bu yöntemin toprakların alınabilir fosfor kapsamlarını belirlemede güvenilir bir lt olduğunu açıklamışlardır. Makhael ve arkadaşları (1965) ise gübrelenmeyen saksılardan bitkilerin aldığı fosfor miktarlarının ( $P_0$ ), L değeriyle uyarlık gösterdiğini saptamışlardır.

Gübre dozlarına bağımlı olarak topraktan alınan fosfor miktarlarının biyolojik verilerle ilişkilerine değinen araştırmalara rastlanmamıştır. Araştırma sonuçlarında da belirtildiği gibi,  $P_1$  ve  $P_2$  dozlarında topraktan alınan fosfor miktarları  $P_0$  ile yüksek ve güvenilir ilişkiler vermişlerdir ( $r=0,926^{xx}$  ve  $r=0,911^{xx}$ ). Bu sonuçlar, gübre dozlarına bağımlı olarak topraktan alınan fosfor miktarlarının, bitkilerce alınabilir durumda olan fosforun bir fonksiyonu olduğunu vurgulamaktadır. Nitekim, L değerinin  $P_1$  ve  $P_2$  dozlarında topraktan alınan fosfor miktarlarıyla ilişkileri de 0,01 düzeyinde güvenilir bulunmuştur.

Görüldüğü gibi, araştırmada standart biyolojik yöntem olarak seçilen L değeri yöntemi, sera denemesinden elde edilen biyolojik verilerle güvenilir uyarlıklar göstermekte ve alınan sonuçlar daha önce bu konuda yapılan araştırmalarla desteklenmektedir. Bu sonuçlara bakarak, L değeri yönteminin İzmir topraklarının fosfor durumunu iyi yansıtığı ve bölge topraklarına uygun kimyasal yöntemlerin saptanmasında güvenle kullanılabilceği yargısına varılmaktadır.

### 5.3. İzmir topraklarının değişik kimyasal yöntemlerle saptanan alınabilir fosfor durumunun tartışması:

İzmir topraklarının alınabilir fosfor kapsamlarını belirlemek amacıyla uygulanan kimyasal yöntemlerin vermiş oldukları sonuçlar incelenirse (izelge. 14), aynı toprakta değişik

kimyasal yöntemlerle bulunan değerlerin birbirlerinden önemli derecede farklı buldukları görülmektedir. Salomon ve Smith (1956), Breland ve Sierra (1962), Pagel (1972) gibi pek çok araştırmacı, aynı toprağa değişik kimyasal yöntemler uygulandığında alınan sonuçların miktar olarak birbirlerinden önemli derecede farklı olduklarını gözlemişlerdir. Bunun nedeni, kimyasal yöntemlerde uygulanan çözücülerin, toprak çözelti oranlarının, çalkalama sürelerinin ve toprak özelliklerine karşı çözücülerin gösterdikleri tepkimelerin farklı olmasıdır. Bingham (1962) toprak-çözücü oranının ve çalkalama süresinin değişmesiyle saptanan fosfor miktarlarının da değiştiğini yazmaktadır. Çalkalama sürelerinin saptanan fosfor miktarları üzerine etkileri Miller ve Axley (1956), Kacar (1970) tarafından da izlenmiştir. Kimyasal yöntemlerde uygulanan çözücülerin niteliği de saptanan fosfor miktarlarını etkilemektedir. Örneğin Welch ve arkadaşları (1957), çözücüsü  $0,03 \text{ N NH}_4\text{F} + 0,1 \text{ N HCl}$  olan Bray-Kurtz No. 2 yöntemiyle ölçülen fosfor miktarlarının  $0,5 \text{ M NaHCO}_3$  uygulanan Olsen ve arkadaşları yöntemine oranla daha yüksek bulunduğunu saptamıştır. Kacar ve arkadaşları (1973) ise Kacar yöntemiyle elde edilen fosfor miktarlarının Miller-Axley yöntemiyle bulunan sonuçlardan yaklaşık olarak 3 kat daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Bu farklılığa söz konusu yöntemlerde uygulanan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  konsantrasyonu neden olmaktadır. Çünkü Kacar yönteminde kullanılan  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0,06 \text{ N}$ , Miller-Axley yönteminde ise  $0,03 \text{ N}$ 'dir. Çizelge. 14'te verilen kimyasal yöntem sonuçları incelenirse, Kacar yöntemi toprakların çoğunluğunda Miller-Axley yöntemine oranla yaklaşık 2 kat yüksek sonuçlar vermiştir. Fakat sayıları azda olsa bazı topraklarda Miller-Axley yöntemi Kacar yöntemine yakın veya yüksek sonuçlar vermiştir. Bu durumun, çözücülerin toprak özelliklerine karşı gösterdikleri tepkimelerin farklı olmasından ileri geldiği söylenebilir.



Çünkü toprak özelliklerinin saptanan fosfor miktarları üzerinde önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Oteng ve Acquaye (1971) toprakları pH, % kil ve ana materyal gibi özelliklerine göre sınıflandırarak yaptıkları araştırmada, değişik kimyasal yöntemlerle saptanan alınabilir fosfor kapsamlarının birbirinden önemli derecede farklı olduğunu bulmuşlardır. Toprakların  $\text{CaCO}_3$  içeriklerinin kimyasal yöntemlerle bulunan fosfor miktarlarına etkisini inceleyen Aydeniz (1971) ise asit çözücülerle saptanan fosfor miktarlarının  $\text{CaCO}_3$  arttıkça azaldığını, buna karşılık alkali tepkimeyi çözücülerle bulunan fosfor miktarları üzerine  $\text{CaCO}_3$ 'ün önemli bir etkisi bulunmadığını bildirmektedir.

Buraya kadar değinilen bu araştırmalar, değişik kimyasal yöntemlerle bulunan fosfor miktarlarının birbirinden farklılığını açıklamakta ve elde ettiğimiz sonuçlara destek olmaktadır.

Görülmüyor ki, topraklarda saptanan alınabilir fosfor miktarları pek çok etkene bağımlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, kimyasal yöntemlerle bulunan sonuçların, yöntemlerin kendi sınır sayılarına göre değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bingham yöntemi sonuçları, Güner (1968) tarafından verilen sınır sayılarına göre değerlendirilirse, İzmir topraklarının % 72'sinde gübrelemeyle ürün artışı sağlanabileceği, % 28'inde ise fosforlu gübrelemeye gerek olmadığı yargısına varılmaktadır. Bölge toprakları üzerinde aynı yöntemle araştırmalar yapan Güner (1968), yaklaşık sonuçlar elde etmiştir.

Araştırma sonuçlarında da gösterildiği gibi (Çizelge. 14), Olsen ve arkadaşları yöntemiyle saptanan fosfor miktarları 0,16-10,72 ppm arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlara göre, bölge topraklarının tamünde fosforlu gübrelemeye gerek vardır. Çünkü, Olsen ve arkadaşları (1954), bu yöntemle bulunan fosfor miktarlarının 11 ppm'den düşük olması halinde fosforlu gübrelemenin gerekli olduğunu bildirmektedirler. Benzer bilgiler Bingham (1962) tarafından verilmiştir.

Fried (1957), E degeri yöntemiyle saptanan fosfor miktarlarının 90 ppm'den düşük olması halinde toprakların büyük çoğunluğunda fosforlu gübrelemenin etkisinin gözlemlendiğini, 90-120 ppm P kapsayan topraklarda ise bu etkinin kesin olmadığını saptamıştır. Bu durumda, bölge topraklarının tümünde fosforlu gübrelerin ürünü arttırması beklenebilir. Ancak 39 numaralı Boicek toprağı için bu etki kesin değildir.

Bray-Kurtz No. 1 (1945) yönteminin vermiş olduğu sonuçlara gelince, İzmir topraklarının 1,12-64,96 ppm arasında alınabilir fosfor kapsadıkları görülmektedir (Çizelge. 14). Güner (1968), Bray-Kurtz No. 1 yöntemiyle bulunan fosfor miktarlarının 15 ppm'den düşük olması halinde topraklara gübre verilmesi gerektiğini, 15-30 ppm arasında fosfor kapsayan topraklara gereğinde gübre verilebileceğini, 30 ppm'den yüksek fosfor içeren topraklarda ise gübrelemeye gerek olmadığını bildirmiştir. Bu sınır sayılarına göre, 41 numaralı Vakıflar toprağı dışındaki tüm topraklara gübre verilebilir. Alınabilir fosfor kapsamı 15 ppm'den düşük olan 29 toprak örneğinde (tüm toprakların % 74'ünde) fosforlu gübrelemenin etkisi kesin, diğerlerinde ise olasıdır.

Bray-Kurtz No. 2 yöntemiyle saptanan fosfor miktarları ele alınacak olursa, bölge topraklarının alınabilir fosforca yoksul bulunduğu anlaşılmaktadır. Çünkü, toprakların fosfor kapsamı 0,21-30,31 ppm arasında saptanmıştır. Bray (1948), bu yöntemle bulunan fosfor miktarları 10-26 ppm arasındaysa toprakların yoksul, 26-37 ppm arasındaysa orta ve 38 ppm'den yüksek ise zengin olduğunu yazmaktadır. Bu değerlendirmeye göre, İzmir toprakları alınabilir fosforca yoksul ve orta durumdadır. Diğer bir deyimle toprakların tümünde gübrelemeyle ürün artışı sağlanması beklenebilir.

Kacar (1964) tarafından bildirildiğine göre Miller-Axley (1956) yöntemi Kanada'da Robertson (1960) tarafından kalibre edilmiş ve aşağıdaki sınır sayıları bulunmuştur.

<u>P ppm</u>	<u>Durumu</u>
10	Düşük
10-25	Orta
25	Yüksek

Çizelge. 14'te verilen Miller-Axley yöntemi sonuçları, bu sınır sayılarına göre değerlendirilirse, İzmir topraklarının % 85'inin fosforca yoksul, % 15'inin ise orta durumda olduğu yargısına varılmaktadır.

Bu açıklamalardan da anlaşıldığı gibi, kimyasal yöntemlerin vermiş olduğu sonuçlar kendi sınır sayılarına göre değerlendirildiğinde, İzmir topraklarının genellikle fosfor yönünden yoksul bulunduğu ortaya çıkmakta ve bu sonuçlar sera denemesinden elde edilen sonuçlara bir ölçüde yaklaşım göstermektedir. Ancak, sınır sayılarına göre değerlendirmede farklı sonuçlara varıldığı da bir gerçektir. Örneğin, Bingham yöntemine göre, toprakların % 72'sinde, Olsen ve arkadaşları yöntemine göre ise toprakların tümünde fosforlu gübrelemeye gerek olduğu yargısına varılmıştır. Bunlardan hangisinin gerçeği yansıttığını saptamak gerekir. Çünkü kimyasal yöntemlerin sınır sayıları, İzmir ekolojik koşullarından farklı koşullarda belirlenmiştir. Bölgesel koşullarda en uygun sonuç veren yöntemlerin seçilmesi sorunu bu nedenden kaynaklanmaktadır.

5.4. İzmir topraklarının alınabilir fosfor kapsamlarının belirlenmesinde en uygun sonuç veren yöntemlerin tartışması:

Çizelge. 15'te gösterildiği gibi, İzmir ili tarım toprakları arasından özelliklerine göre bir ayırım yapılmadığı hallerde, bölge koşullarına en uygun yöntemlerin Kacar, Bingham ve Miller-Axley yöntemleri olduğu saptanmış ve bunlardan Kacar yönteminin günlük analizlerde uygulanması önerilmiştir. Toprak örneklerinin çoğunluğunun hafif alkali ve alkali olmalarına karşılık, çözücüsü asit ( $0,06 \text{ N H}_2\text{SO}_4 + 0,03 \text{ N NH}_4\text{F}$ ) olan Kacar yönteminin en iyi sonucu vermiş olması ilginç bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Çünkü, Bray ve Kurtz (1945), Miller-Axley (1956), Welch ve arkadaşları (1957) gibi pek çok araştırmacı asit çözücülerin genellikle asit tepkimeli topraklarda iyi sonuçlar verdiklerini bildirmişlerdir. Fakat yöntemin bulucusu Kacar (1970), bu yöntemin kireçli alkalın topraklarda da başarılı sonuçlar verdiğini özellikle belirtmektedir. Nitekim, Kacar (1964) tepkimeleri 7,48-8,20 arasında değişen ve genellikle yüksek kireç kapsayan Çukurova topraklarında Kacar yönteminin E değeri ve Bray-Kurtz No. 2 yöntemlerinin ardından en iyi sonuç veren yöntem olduğunu saptamıştır. Araştırmacı bu yargıya varırken, Kacar yönteminin standart biyolojik yöntem olarak kullanılan A değeri yöntemiyle yüksek korelasyon ( $r=0,803^{xx}$ ) göstermesine dayanmaktadır. Aksoy (1967), Çelebi (1967) ve Alganatay (1968) Türkiye'nin değişik bölgelerinde yaptıkları çalışmalarda, Kacar yönteminin A değeri ile güvenilir ilişkiler verdiğini gözlemişlerdir.

Kacar yönteminin biyolojik verilerle ilişkileri de bu konuda yapılan çalışmalarla uyum göstermektedir. Kacar (1970) geliştirdiği yöntemin, gübre verilmeyen saksılarda yetiştirilen bitkilerin % P kapsamlarıyla  $0,640^{xx}$ , oransal total P ile  $0,622^{xx}$  gibi güvenilir korelasyonlar verdiğini saptamıştır.

L degeriyle verdikleri korelasyon katsayıları bakımından Kacar yöntemiyle aralarında önemli farklılık bulunmayan Bingham (1949) yöntemi de İzmir topraklarının alınabilir fosfor kapsamalarını iyi yansıtan güvenilir bir yöntemdir. Çünkü, L degeri ve biyolojik veriler ile Kacar yönteminden sonra en yüksek uyurluğu göstermektedir. İzmir topraklarına Bingham yöntemini uygulayan Güner (1968), elde ettiği sonuçların Neubauer yöntemi sonuçlarıyla güvenilir bir korelasyon ( $r= 405^{xx}$ ) verdiğini bulmuştur. Topraklar arasında bir ayırım yapılmaksızın saptanan bu korelasyon katsayısı, aynı topraklarda Bray-Kurtz No. 1 ve Olsen ve arkadaşları yöntemlerinin verdiği korelasyonlardan yüksek durumdadır. Araştırmacı, bu sonuçlara bakarak Bingham yönteminin İzmir topraklarına öncelikle uygulanmasını önermiştir. Bu sonuçlar, Bingham yönteminin bölge topraklarına uygun bir yöntem olduğunu kanıtlamakta ve çalışmamızdan elde edilen sonuçları desteklemektedir.

3. sırayı alan Miller-Axley yöntemi İzmir topraklarına hiç uygulanmamış bir yöntemdir. Bu nedenle elde edilen sonuçları bölgede yapılan çalışmalarla karşılaştırma yapma olanakı yoktur. Ancak, yurdumuzun diğer bölgelerinde bu yöntemin A degeri ile güvenilir ilişkiler verdiği saptanmıştır (Kacar, 1964; Çelebi, 1967; Zabunoglu, 1967; Alganatay, 1968; Ateşalp, 1968). Bu araştırmalar, Miller-Axley yönteminin yurdumuz toprak koşullarında olumlu sonuçlar verebileceğini kanıtlamaktadır.

Araştırma topraklarını alkali ve asit tepkimeli olmalarına göre gruplandırılarak yapılan değerlendirmede, alkali topraklara en uygun yöntemlerin, Olsen ve arkadaşları (1954) ve Kacar (1964), asit topraklara en uygun yöntemlerin ise Bray-Kurtz No. 2 (1945), Kacar (1964), Bingham (1949) ve Bray-Kurtz No. 1 (1945) yöntemleri olduğu saptanmıştır (Çizelge.16).

Çalkalama çözeltisi 0,5 M NaHCO<sub>3</sub> (pH: 8,5) olan Olsen ve arkadaşları yönteminin alkali tepkimeli topraklara uygun bir yöntem olduğu pek çok araştırmayla belirlenmiş durumdadır (Behrens, 1962; Werner, 1969; Kanwar ve Bhumbra, 1971; Ülgen, 1968; Kacar ve arkadaşları, 1973). Kacar (1964) yönteminin ise alkali topraklarda da olumlu sonuç verdiğine daha önce değinilmiş ve Kacar (1964) ile Kacar (1970)'ın bulguları buna kanıt gösterilmişti.

İzmir asit topraklarına uygunlukları saptanmış bulunan 4 yöntemden Bray-Kurtz No. 2 ve Kacar yöntemlerinin L degeriyle verdikleri korelasyonların daha yüksek bulunması, bu iki yöntemle asit tepkimeli topraklarda daha olumlu sonuç alınacağını göstermektedir. Her iki yöntemin çözücülerinin asit tepkimeli olması, bunların asit topraklara uygunluğuna bir kanıt sayılabilir. Nitekim, Wang (1965), asit tepkimeli Taiwan topraklarında Bray-Kurtz No. 2 yöntemiyle olumlu sonuç alındığını bildirmekte ve bu yargıya varırken, biyolojik verilerin söz konusu yöntemle yüksek uyum göstermesine dayanmaktadır. Ülgen (1968) ise Karadeniz bölgesi asit tepkimeli topraklarında Bray-Kurtz No. 2 yönteminin A degeriyle yüksek bir korelasyon ( $r=0,809^{XX}$ ) gösterdiğini saptamıştır.

İzmir ili tarım topraklarını CaCO<sub>3</sub> kapsamalarına göre sınıflandırarak alınan sonuçlara göre, % 2,5'tan az kireç içeren topraklara Kacar ve Bingham yöntemlerinin uygun olduğu saptanmıştır. Buna karşılık, % 2,5-10 kireç kapsayan topraklarda Olsen ve arkadaşları ve E degeri, % 10'dan yüksek kireç kapsayan topraklarda ise yalnızca Olsen ve arkadaşları yöntemiyle olumlu sonuç alınmıştır. Görülüyor ki, % 2,5'tan yüksek kireç içeren topraklarda çözücülerini asit olan yöntemlerin hiç birisi güvenilir bulunmamıştır. Bunun nedeni, toprakta CaCO<sub>3</sub> arttıkça asit çözücülerin fosforu çözebilme etkinliklerinin azalmasıdır.



Buna karşılık, çözücü alkali olan yöntemlerle saptanan fosfor miktarı üzerine  $\text{CaCO}_3$ 'ün önemli etkisi bulunmamaktadır (Aydeniz, 1970). Kanwar ve Bhumbia (1971), pH'ları 8-9,6 ve  $\text{CaCO}_3$  içerikleri % 0-11,9 arasında bulunan 24 toprakta en uygun sonuç veren yöntemin Olsen ve arkadaşları yöntemi olduğunu bildirmektedirler. Çünkü, yapılan sera denemesinde Olsen yöntemi, fosfor alımı ve ürünle yüksek uyarlık göstermiştir. Benzer sonuçlar Bhan ve Shanker (1973) tarafından da rapor edilmiştir. Yurdumuzun genellikle yüksek kireç kapsayan Orta Anadolu kuzey bölgesi (Altanataş, 1968), Orta Anadolu güney bölgesi (Çelebi, 1967) ve Doğu Anadolu bölgesi (Ateşalp, 1968) topraklarında, Olsen ve arkadaşları ve E değeri yöntemlerinin en olumlu sonuç veren yöntemler oldukları saptanmıştır. Bu çalışmalar, elde etmiş olduğumuz sonuçlarla uyum göstermektedir.

Araştırma sonuçlarının ve buraya kadar verilen açıklamaların ışığı altında bir genelleme yapılırsa, % 2,5'tan yüksek  $\text{CaCO}_3$  içeren İzmir topraklarına kesinlikle Olsen ve arkadaşları (1954) yönteminin, % 2,5'tan az  $\text{CaCO}_3$  içeren bölge topraklarına ise alkali veya asit tepkimeli olmalarına bakılmaksızın Kacar (1964) yönteminin uygulanması önerilebilir. Çünkü, % 2,5-10  $\text{CaCO}_3$  içeren topraklara uygun olduğu saptanmış bulunan E değeri yönteminin radyoaktif fosfor ( $\text{P}^{32}$ ) ile uygulanması nedeniyle günlük analiz yapan laboratuvarlarda kullanılmaya olanığı yoktur. Diğer kimyasal yöntemler ise İzmir kireçli toprakları için güvenilir bulunmamıştır. Diğer yandan, % 2,5'tan düşük  $\text{CaCO}_3$  içeren İzmir tarım topraklarına Kacar (1964) yöntemi, toprakların alkali veya asit tepkimeli olmalarına bakılmaksızın uygulanabilir. Çünkü, söz konusu yöntem, gerek asit, gerekse alkali tepkimeli topraklara uygunluk bakımından yöntem sıralamasında 2. sırayı almış ve 1. sırada yer alan yöntemlerle arasında istatistik anlamda önemli bir farklılık bulunmamıştır.  $\text{CaCO}_3$  mik-

tarı % 2,5'tan düşük topraklarda ise Kacar yöntemi en güvenilir yöntem durumundadır.

Topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmadan uygulanması zorunlu olan günlük analizlerde de Kacar (1964) yöntemi yeg tutulmalıdır. Çünkü, söz konusu durum için Kacar yöntemine paralel sonuçlar vermiş bulunan Bingham yönteminin uygulanmasında bazı güçlükler bulunmaktadır. Saydam suzük elde edebilmek için bazı ek işlemlerin gerekli olması ve sınır sayılarının düşüklüğü nedeniyle, kolorimetrik okunalarda yapılacak küçük hataların sonuçları geniş ölçüde etkilemesi, Bingham yönteminin uygulanmasını oldukça güçleştirmektedir. Buna karşılık, Kacar yönteminin uygulanması kolaydır. Miller-Axley (1956) yönteminin ise uygulama bakımından Kacar yönteminden farkı olmamakla beraber, Kacar yöntemi, biyolojik verilerle yüksek uyum göstermesi yönünden üstünlük kazanmaktadır.

İzmir ili tarım topraklarına uygun kimyasal yöntemlerin saptanmasıyla, bölge topraklarında yapılacak dengeli ve ekonomik gübreleme çalışmalarında karşılaşılan 2 temel sorundan biri çözümlenmiş olmaktadır. Diğer temel sorun, bölgede olumlu sonuç vermiş olan yöntemlerin tarla denemeleriyle kalibre edilerek ekolojik koşullara uygun sınır sayılarının saptanmasıdır. Bu nedenle, İzmir ili tarım topraklarında kalibrasyon çalışmalarına bir an önce başlanması önerilebilir.

#### 5.5. İzmir ili tarım topraklarının adsorpsiyon ve fiksasyon kapasiteleri ve bunları etkileyen etmenlerin tartışması.

Çizelge. 18, 19, 20, 21'de verilen rakamların incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, araştırma konusu toprakların değişik çalkalama sürelerinde adsorbe ve fikse etmiş oldukları fosfor miktarları oldukça yüksek bulunmuştur. Topraklar genel ortalama olarak katılan fosforun % 82,80'ini adsorbe, % 73,46'sını ise fikse etmişlerdir (Çizelge. 21), Bu konuda yurdumuzda

yapılan araştırmalar, Türkiye topraklarında tutulan fosfor miktarlarının genellikle yüksek olduğunu ortaya koymakta ve elde ettiğimiz sonuçları desteklemektedir. Kacar (1964) Çukurova, Kovancı ve Kılınç (1977) Burdur ili, Kovancı ve arkadaşları (1977) Muğla ili, Kacar ve arkadaşları (1975) Karadeniz bölgesi topraklarında tutulan fosfor miktarlarının oldukça yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Kacar (1968) ise Türkiye topraklarının fosfor fiksasyon kapasiteleri üzerinde çalışmış ve ortalama fosfor fiksasyonunun Orta Anadolu topraklarında % 55,1, Doğu Anadolu topraklarında % 54,5, Güneydoğu Anadolu topraklarında % 67,6, Güney Anadolu topraklarında % 64,4, Kuzey Anadolu topraklarında % 54,6 ve Trakya topraklarında ise % 40,5 olduğunu saptamıştır. Görülüyor ki, İzmir topraklarında tutulan fosfor miktarları, diğer bölge topraklarında saptanan ortalama rakamlardan daha da yüksek bulunmaktadır.

Özetle. 21'den de izlendiği ve araştırma sonuçlarında da belirtildiği gibi, İzmir topraklarında fosforun tutulması son derece hızlı olmaktadır. İlk 4 günlük çalkalama süresince tutulan fosfor miktarları hızla artmakta ve bu süreden sonra topraklar doygunluğa ulaşmaktadır (Şekil. 14). Rajan ve Fox (1972) Hawaii ve Hindistan, Udo ve Uzu (1972) ise Nijerya orijinli toprakların, 6 günlük çalkalama süresi sonunda tutulan fosfor miktarları yönünden dengeye ulaştıklarını bildirmişlerdir. Kacar (1965), Kacar (1968), Kacar ve arkadaşları (1975) yurdumuzun farklı bölgelerinde yaptıkları araştırmalarda fosfor fiksasyonunun ilk 4 günde hızla arttığını, bu süreden sonraki artışların ise azalarak devam ettiğini saptamışlardır. Bu sonuçlar elde ettiğimiz sonuçlarla uyum içindedir.

İzmir topraklarında fosfor fiksasyonunun yüksek olması ve kısa surede fazla miktarda fosforun bitki tarafından alınmaz forma dönüşmesi pratik tarım yönünden önem taşımaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlara göre, bölge topraklarına uygulanacak fosfor miktarları saptanırken, yüksek fiksasyonun göz önüne alınması ve fosforun tutulmasını azaltacak önlemlere başvurulması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Kanwar ve Grewal (1971), fosfor fiksasyonu yüksek olan bölgelerde fosforlu gübrelere bant halinde uygulanmasını, toz gübreler yerine granüle gübrelere yeg tutulmasını ve Limon asidinde erirliği yüksek olan gübrelere kullanılmasını önermektedirler. İzmir topraklarında bu önlemlerin yanı sıra, fosforlu gübrelere en erken tohumla beraber toprağa uygulanması gerekmektedir. Çünkü, bölge topraklarında fiksasyon kısa surede oluştuğundan, daha önce uygulanan gübrelere bitkilerin yararlanması güçleşebilir. Kacar (1965) Çukurova, Kovancı ve Kılınç (1977) ise Burdur tarım topraklarında fiksasyonun yüksek olmasını göz önüne alarak benzer önerilerde bulunmuşlardır.

Araştırma topraklarının birbirlerine oranla farklı miktarlarda fosfor bağlamış olmaları kuşkusuz bunların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin farklı olmasından ileri gelmektedir. Nitekim, fosfor adsorpsiyonu ve fosfor fiksasyonunun toprak özellikleriyle ilişkilerini gösteren Çizelge. 22'den de görüldüğü gibi, tutulan fosfor miktarları, % kum ile negatif, % mil ve % kil ile de pozitif ve güvenilir korelasyonlar vermişlerdir. Tekstür fraksiyonlarının fosforun bağlanmasındaki etkinlikleri bunların yüzey genişlikleriyle ilgilidir. Kaba fraksiyondan ince fraksiyona gidildikçe yüzey genişliği arttığından tutulan fosfor miktarları da artmaktadır (Awasthi ve Pathak, 1971). Pathak ve arkadaşları (1950), 1 gram kumun 0,0025 mg, 1 gram milin 0,0131 mg, 1 gram kilin ise 0,587 mg fosfor bağla-

dığını saptamışlardır. Bu bilgiler, kumun negatif, mil ve kilin ise pozitif etkilerini açıklamaktadır. Topraklarda kum miktarının artmasıyla fiksasyonun azaldığı, Horstentın (1966), Awasthi ve Patnak (1971) tarafından da gözlemlenmiştir. Ballard ve Fishell (1974) ise mil kapsamının tutulan fosfor miktarlarını arttırdığını bildirmektedirler.

Topraklarda bulunan kil miktarının fosfor fiksasyonu ile ilişkileri geniş ölçüde araştırılmıştır. Pek çok araştırmacı, toprakların kil kapsamlarıyla toprak tarafından tutulan fosfor miktarları arasında pozitif ve güvenilir ilişkiler bulunduğunu saptamıştır (Saunders, 1965; Kacar, 1965; Chaterjee ve Dhar, 1968; Fasbender, 1969; Hageman, 1971; Kene ve Desphande, 1972; Udu ve Uzu, 1972; Ballard ve Fiskell, 1974, Kacar ve arkadaşları, 1975). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar, tekstür fraksiyonları için bulmuş olduğumuz ilişkilere uygunluk göstermektedir.

Çizelge. 22'de görüldüğü gibi,  $Ca^{++} + Mg^{++}$  ve C.E.C.'nin adsorpsiyon ve fiksasyona etkileri, % kilin etkisine paralel olmuştur. Katyon değişim kapasitesinin kil ile aynı etkiyi göstermesi, değişim kompleksini kilin oluşturmasından ileri gelebilir. Çünkü toprakların organik madde kapsamı düşüktür. Nitekim Çizelge. 24'ten de görüldüğü gibi, kil kapsamıyla C.E.C. arasında 0,01 düzeyinde güvenilir ( $r=0,722^{xx}$ ) korelasyon vardır. Bu sonuç, değişim kompleksini kilin oluşturduğunu kanıtlamaktadır. C.E.C.'nin tutulan fosfor miktarlarını pozitif yönde etkilediği Hinga (1973) tarafından da saptanmıştır.  $Ca^{++} + Mg^{++}$  ile kil arasında da güvenilir bir ilişki ( $r=0,715^{xx}$ ) bulunmaktadır (Çizelge. 24). Bu bilgiler, İzmir topraklarında kil arttıkça  $Ca^{++} + Mg^{++}$ 'un ve buna bağlı olarak C.E.C.'nin arttığını göstermektedir. Buradan toprakların 4 gün sonunda adsorpsiyon ve fiksasyon yönünden doygunluğa

ulaşmasında kil ile beraber  $Ca^{++} + Mg^{++}$  miktarının da önemli etkisi olduğu sonucuna varılabilir.  $Ca^{++} + Mg^{++}$ 'un özellikle alkali tepkimeli topraklarda fosfor fiksasyonuna neden olduğu ve tutulan fosfor miktarlarını pozitif yönde etkilediği pek çok araştırmayla belirlenmiş durumdadır (Kacar, 1965; Dhawan ve arkadaşları, 1968; Kovancı ve Kılınç, 1977; Kovancı ve arkadaşları, 1977).

Toprakların organik madde kapsamı, adsorpsiyon ve fiksasyonu pozitif yönde etkilemiş, fakat bu etki kısa süreli olmuştur. Organik maddenin fosfor fiksasyonuna etkisini inceleyen araştırmalardan değişik sonuçlar alınmıştır. Kimi araştırmacılar organik maddenin fosfor fiksasyonunu azalttığını (Fox ve Kamprath, 1971; Kyuma ve Hussein, 1970), kimileri de arttırdığını (Harter, 1969) ileri sürmüşlerdir. Bazı topraklarda ise organik madde ile tutulan fosfor miktarları arasında bir ilişki bulunamamıştır (Horstentine, 1966; Udo ve Uzu, 1972). Bu sonuçlara bakarak organik maddenin fiksasyona etkisinin diğer toprak özelliklerine bağımlı olarak ortaya çıktığı düşünülebilir. Nitekim, mil kapsamının organik madde ile pozitif ilişkisi (Çizelge. 24), organik maddenin fiksasyonu arttırdığı izlenimini verebilir. Çünkü milin fiksasyona etkisi pozitif bulunmuştur. Bundan başka, organik madde arttıkça mikroorganizma faaliyetinin artması nedeniyle biyolojik fiksasyon da söz konusu olabilir.

İzmir topraklarında tutulan fosfor miktarları üzerine toprak öğelerinin ortak etkilerine gelince, bölge topraklarında fosfor adsorpsiyon ve fiksasyonuna % kum ve  $Na^+$ 'un negatif, C.E.C.'nin ise pozitif yönlü ortak etkilerinin neden olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge. 23). C.E.C.'nin pozitif etkisi kısa sürede ortadan kalkmakta, buna karşılık  $Na^+$  ve % kumun etkileri tüm çalkalama sürelerinde sürmektedir. Dana önce değinildiği gibi, C.E.C.'nin % kil ve  $Ca^{++} + Mg^{++}$  ile ilişkili olması nede-



niyle bu sonuçlar tekli korelasyon hesaplamalarıyla bulunan sonuçlarla uygunluk göstermektedir.

$\text{Na}^+$ 'un tekli korelasyon hesaplamalarında önemli ilişki vermemesine karşılık ortak etkisinin belirlenmesi, sözü geçen etkinin diğer toprak öğelerince perdelenmiş olmasından ileri gelmektedir. Çünkü  $\text{Na}^+$ 'un fosfor fiksasyonunu azalttığı bazı araştırmalarla kanıtlanmış durumdadır. Carvalho ve Arriaga (1964) toprağa alkalin silikatlar, özellikle sodyum silikat katılınca gübreden yararlanma oranlarının % 40 arttığını saptamışlardır. Kacar ve arkadaşları (1975) ise, değişik fosfor taşıyıcılarının fosfor fiksasyonuna etkilerini karşılaştırarak en az fiksasyonun  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  taşıyıcısında gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

Toprak özelliklerinin fosfor adsorpsiyonu ve fosfor fiksasyonuna etkileri pratik tarım yönünden toplu olarak değerlendirilirse, bölgede kum ve  $\text{Na}^+$  kapsamı yüksek toprakların daha az, kil, mil ve  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  kapsamı yüksek olan toprakların ise daha fazla fosfor fikse ettikleri ortaya çıkmaktadır. Fosforlu gübre uygulamaları sırasında bu sonuçlar özenle göz önüne alınmalı, özellikle killi ve katyon değişim kapasiteleri yüksek topraklarda fosfor fiksasyonunu azaltacak önlemlere başvurulmalıdır.

Ö Z E T

Bu araştırmanın amacı, İzmir ili tarım topraklarının fosfor durumunu belirlemek ve bunun toprak özellikleriyle ilişkilerini araştırmaktır. Bu amaca yönelik çalışmalar 3 bölümde yürütülmüştür.

1- İzmir topraklarının total, inorganik ve organik fosfor miktarları ve bunların toprak özellikleriyle ilişkilerinin incelenmesi.

2- Bölge topraklarının alınabilir fosfor durumunun değişik kimyasal yöntemlerle saptanması ve İzmir ekolojik koşullarında en iyi sonuç veren fosfor belirleme yöntemlerinin seçilmesi.

3- Toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasitelerinin bulunması ve bunları etkileyen etmenlerin araştırılması.

Amacın sağlanması için, İzmir ili sınırları içinden ve üzerinde yaygın tarım yapılan toprak gruplarından 39 toprak örneği alınmış ve örneklerin bölge topraklarını iyi simgelemesine özen gösterilmiştir.

Düzenlenen sera denemesinde topraklara  $P_0$  (tanık),  $P_1$  (30 ppm P),  $P_2$  (60 ppm P) olmak üzere artan dozlarda fosforlu gübre uygulanmıştır.  $P_1$  ve  $P_2$  dozlarında fosforlu gübreler  $P^{32}$  ile etiketlenerek kullanılmış ve 8 haftalık yetiştirme süresi sonunda hasat edilen bitkilerde, çeşitli biyolojik verilerle birlikte, toprakların L değerleri de saptanmıştır.

Alınabilir fosfor kapsamlarını belirlemek amacıyla bölge topraklarına 8 laboratuvar yöntemi uygulanmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir.

1- İzmir topraklarının total fosfor içerikleri 100-1360 ppm arasında değişmekte ve bunun % 45,4-96,4 arasında saptanan miktarları inorganik formda bulunmaktadır. Bölge topraklarının organik fosfor kapsamı ise inorganik fosfor oranla oldukça düşüktür (17,4-128,1 ppm). Total ve inorganik fosfor miktarlarının, toprak özellikleri ve değişik kimyasal yöntemlerle saptanan alınabilir fosfor miktarlarıyla ilişkileri güvenilir bulunmamıştır. Organik fosfor miktarları ise yalnızca % kil ve % mil ile güvenilir korelasyonlar göstermiştir.

2- Sera denemesinde uygulanan fosforlu gübrelerin etkisiyle topraklarda, tanığa oranla % 0,85-187 arasında değişen ürün artışları sağlanmıştır. Bu sonuç, İzmir topraklarının çoğunlukla fosforca yoksul bulunduğunu ve fosforlu gübrelemeyle önemli ürün artışları elde edilebileceğini kanıtlamaktadır. Nitekim, toprakların % 85'inde sağlanan ürün artışları % 10-187 arasında bulunmaktadır. Uygulanan fosforlu gübrelerin etkisiyle bitkilerin total P ve % P kapsamlarında da önemli artışlar sağlanmıştır.

Araştırmada standart biyolojik yöntem olarak kullanılan L değeri yöntemi sonuçları, ortalama ürün artışlarıyla ( $r=-0,450^{xx}$ ), oransal ürünle ( $r=0,455^{xx}$ ), gübrelenmeyen saksılardan alınan fosfor miktarlarıyla ( $r=0,672^{xx}$ ) ve ortalama total P artışlarıyla 0,01 düzeyinde güvenilir ilişkiler vermiştir. Bu sonuçlar, L değeri yönteminin İzmir topraklarının alınabilir fosfor durumunu iyi yansıttığını ve bölge topraklarında standart biyolojik yöntem olarak güvenle kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, bölge koşullarına uygun kimyasal yöntemlerin saptanmasında, kimyasal yöntemlerle bulunan fosfor miktarları, bir yandan L değeri sonuçları, diğer yandan sera denemesinden elde edilen biyolojik veriler ile karşılaştırılarak yargıya varılmıştır.

Topraklar arasında özelliklerine göre bir ayırım yapılmaksızın gerçekleştirilen korelasyon hesaplamalarında, L degeriyle en yüksek ilişkiyi Kacar (1964) yöntemi vermiş ( $r=0,700^{xx}$ ), bunu Bingham ( $r=0,651^{xx}$ ) ve Miller-Axley ( $r=0,611^{xx}$ ) yöntemleri izlemiştir. Söz konusu yöntemlerin biyolojik veriler ile ilişkileri de bu sıralamaya uygundur.

Toprak örneklerini alkali ve asit tepkimeli olmalarına göre gruplandığımızda, alkali topraklara en uygun yöntemlerin, Olsen ve arkadaşları (1954) ile Kacar (1964) yöntemleri olduğu belirlenmiştir. Çünkü, bu iki yöntemin L degeriyle ilişkileri diğer yöntemlerden daha güvenilir bulunmuştur ( $r=0,697^{xx}$  ve  $r=0,613^{xx}$ ). Asit tepkimeli topraklarda en iyi sonuç veren yöntemler ise Bray-Kurtz No. 2 (1945) ve Kacar (1964) yöntemleridir. Bu yöntemlerin L degeriyle verdikleri korelasyon katsayıları sırasıyla  $0,834^{xx}$  ve  $0,817^{xx}$  olarak saptanmıştır. Gerek asit, gerekse alkali topraklara uygunluğu belirlenen yöntemlerin biyolojik verilerle ilişkileri de diğer yöntemlere oranla daha yüksek durumdadır.

Araştırma topraklarını  $\text{CaCO}_3$  kapsamlarına göre sınıflandırarak yapılan değerlendirmede, % 2,5'tan az  $\text{CaCO}_3$  içeren toprakların L degerleri Kacar yöntemiyle en yüksek uyarlığı göstermiş ( $r=0,707^{xx}$ ), bunu Bingham yöntemi izlemiştir ( $r=0,655^{xx}$ ). % 2,5-10  $\text{CaCO}_3$  kapsayan topraklara en uygun yöntemler ise Olsen ve arkadaşları (1954) ve E degeri (1953) yöntemleridir. Bunların L degeri yöntemiyle ilişkileri ancak 0,05 düzeyinde güvenilir durumda olmakla beraber, bu topraklarda diğer yöntemler hiçbir ilişki vermemişlerdir. Buradan da söz konusu iki yöntemin bölgede bulunan kireççe zengin topraklarda başarıyla uygulanabileceği yargısına varılmaktadır.  $\text{CaCO}_3$  kapsamı % 10'dan yüksek olan topraklarda ise yalnızca Olsen ve arkadaşları (1954) yönteminin güvenilir olduğu saptanmıştır. Bu toprakların L degerleri Olsen ve arka-

daşları yöntemiyle 0,05 düzeyinde güvenilir ( $r=0,903^x$ ) bir ilişki vermiştir. % 2,5-10 ve % 10'dan yüksek kireç kapsıyan toprak örneklerinin L değeriyle verdikleri korelasyon katsayılarının 0,05 düzeyinde güvenilir bulunması, bu nitelikteki toprak sayısının az olmasından ileri gelmektedir.

Kendi grupları içinde L değeriyle güvenilir uyum gösteren yöntemlerin korelasyon katsayıları birbirlerinden önemli farklılık göstermemektedir. Bu nedenle bir genelleme yapılarak, kireç kapsamı % 2,5'tan yüksek bulunan İzmir topraklarına kesinlikle Olsen ve arkadaşları (1954) yönteminin uygulanması gerektiği sonucuna varılmıştır. Kireç kapsamı % 2,5'tan düşük bulunan bölge topraklarına ise tepkimelerine bakılmaksızın Kacar (1964) yöntemi uygulanabilir. Topraklar arasında tepkimelerine göre bir ayırım yapılmadığı durumlarda ise, Kacar (1964) yöntemi yeg tutulmalıdır. Çünkü bu yöntemin biyolojik verilerle ilişkileri daha yüksek olduğu gibi, uygulanması da kolaydır.

3- Araştırmanın 3. aşamasında toprakların fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon kapasiteleri belirlenmiştir.  $P^{32}$  uygulanarak yapılan ölçümler sonunda toprağa katılan fosforun ortalama olarak % 82,8'i adsorbe, % 73,46'sının ise fikse edildiği saptanmıştır. İlk 4 günlük çalkalama süresi sonunda topraklar tarafından tutulan fosfor miktarları hızla artmış, bu süreden sonra izlenen artışlar ise önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar İzmir topraklarında fosfor fiksasyonunun yüksek olduğunu ve hızlı ceryan ettiğini göstermektedir.

Adsorpsiyon ve fiksasyon üzerine toprak öğelerinden % kumun negatif, % kil,  $Ca^{++} + Mg^{++}$ , C.E.C. ve organik maddenin ise pozitif etkileri saptanmıştır. Bunlardan % kil,  $Ca^{++} + Mg^{++}$  ve C.E.C.'nin etkileri ilk 4 günden sonra ortadan kalkmaktadır. Buradan da, İzmir topraklarında kısa sürede

yüksek miktarda fosfor tutulmasında bu öğelerin önemli rolleri olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Yapılan çoklu korelasyon hesaplamaları sonucunda, bölge topraklarında adsorbe ve fikse edilen fosfor miktarları üzerine toprak öğelerinden % kum ve  $\text{Na}^+$ 'un negatif, C.E.C.'nin ise pozitif yönlü ortak etkileri saptanmıştır. Bu verilere göre, İzmir topraklarında yapılacak gübreleme çalışmaları sırasında fosfor fiksasyonunu azaltacak önlemlere başvurulması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Özellikle kil ve  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  kapsamları yüksek topraklarda söz konusu önlemlerin alınmasına özen gösterilmelidir.





## S U M M A R Y

The purpose of this investigation is to determine the phosphorus status of İzmir region soils and to search for its relations with soil characteristics. Studies aimed at this goal were made under 3 categories.

1- Total amount of inorganic and organic phosphorus in İzmir soils and studies of their relationships with the soil properties.

2- Determination of available P in the regional soils by means of the different chemical methods and the choice of the chemical phosphorus determination methods providing the best results under the ecological conditions in İzmir.

3- Determination of phosphorus adsorption and fixation capacities of soils and study of the factors affecting them.

To that end, 39 samples were taken from the soil groups, on which widespread cultivation was made within the borders of İzmir and great attention was paid to the respect that they should represent the characteristics of the regional soils very well.

The following treatments were used for the greenhouse experiments:  $P_0$  (control),  $P_1$  (30 ppm P),  $P_2$  (60 ppm P). Phosphorus at  $P_1$  and  $P_2$  doses were tagged with radioactive phosphorus. At the end of growing period of 8 weeks, various biological indexes and L values of the soils were estimated in the harvested plant of oat. To determine the available phosphorus contents, 8 different kind of laboratory methods were applied on the regional soils.

The results obtained from the research, can be summarized as follows.

1- Total phosphorus contents of İzmir soils changed between 100-1360 ppm and the amounts found between 45,4-96,4

percent were observed to be inorganic. On the other hand, the organic phosphorus contents of the regional soils are at fairly low amounts as compared with those of inorganic phosphorus (17,4-128,1 ppm). The relationships between the quantities of total and inorganic phosphorus with soil characteristics and the quantity of the available phosphorus which can be obtained by different chemical methods, were not observed to be significant. However, the quantity of organic phosphorus has shown reliable correlation only with % clay and % loam.

2- As a result of effect due to the phosphorus fertilizer utilized in greenhouse experiment, an increase of 0,85-187 percent in yield is obtained in proportion to that of control. This result proves to be true that soils in İzmir are mostly poor in phosphorus. In fact, increase in yield obtained from % 85 of soils changed from to % 10-187. Application of phosphorus fertilizers provided increases of great significance in total P and % P contents as well of the plants.

L value method used as a standart biological method in our research. The correlations between L value method and the average increase in yield ( $r=-0,450^{XX}$ ), and relative yield ( $r=0,445^{XX}$ ), and phosphorus uptake of non-fertilized plants ( $r=0,672^{XX}$ ) and the average total P increases in fertilized plants ( $r=-0,551^{XX}$ ) was significant at % 1 level. It follows from these that L value method can be used with confidence as a standart biological methods.

To determine the chemical methods which are apt to the regional conditions, quantity of available phosphorus by the afforementioned chemical methods were compared with the result of L value and also with the results of greenhouse experiment.

Regardless of any distinctions observed in the soils from the point of view of their characteristics, it has been arrived to the conclusion that the highest correlation by the results of L value was presented through the Kacar method ( $r=0,700^{XX}$ ) and this was followed by the other methods like Bingham ( $r=0,651^{XX}$ ) and Miller-Axley ( $r=0,611^{XX}$ ).

When we classified the soil samples as alkali and acid ones was observed by the Olsen et al (1954) and Kacar (1964) methods that they resulted reliable correlations ( $r=0,697^{xx}$  and  $r=0,613^{xx}$ ) with the L value in alkali soils. An most appropriate methods for acid soils are Bray-Kurtz No. 2 (1945) and Kacar (1964) methods. The correlation coefficients of these methods which gives with L value are respectively  $0,834^{xx}$  and  $0,817^{xx}$ .

The estimation of the regional soils which was made according to the classified  $\text{CaCO}_3$  contents, the L values of the soils that contain less than % 2,5 of  $\text{CaCO}_3$  have given a reliable correlation with the Kacar method ( $r=0,707^{xx}$ ) and it was followed by Bingham ( $r=0,655^{xx}$ ). The most suitable methods for the soils that contain between % 2,5-10  $\text{CaCO}_3$  are Olsen et al (1954) and E value (1953) methods. The relation of these with L value were found significant at % 5 level ( $r=0,592^x$  and  $r=0,578^x$ ). In the soils which their  $\text{CaCO}_3$  content are higher than % 10, only Olsen et al method are reliable. L values of these soils had given a significant correlation with Olsen method ( $r=0,903^x$ ).

The correlation coefficients of the chemical methods which are related with L value in their groups are not found different. For ~~this~~ reason, to the İzmir soils which  $\text{CaCO}_3$  content are higher than % 2,5, Olsen et al method (1954) must be applied exactly. To the other soils where  $\text{CaCO}_3$  contents are less than % 2,5, Kacar method (1964) can be applied without considering their reactions. If we don't classify the soils according to their characteristics, Kacar method must be preferred. Because the relation of this method with biological indexes are higher and application of this method is easy.

3- On the third rank of this research, phosphorus adsorption and fixation capacity of soils are established. After the radioactive measurements with applying  $\text{P}^{32}$  established that 82,8 percent of phosphorus which have been applied to the soil are adsorbed and 73,46 percent are fixed. After the first four days of shaking period the phosphorus amounts which have been fixed by soils begin to increase quickly and the increase

after this period are not found significant. These results are showing that phosphorus fixation capacity of İzmir soils are high.

There are negative effects of % sand on the adsorption and fixation but % loam, % clay,  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ , C.E.C. and organic matters have positive effects on it. The effects of % clay,  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  and C.E.C. are lost after the first four days. These results are showing that in İzmir soils, these factors effect on phosphorus fixation in high amount in a short period.

On phosphorus fixation amount in regional soils, the common effects of soil characteristics were investigated and after the multiple correlation calculation found that either on the adsorption or on the fixation % sand and Na are effected negatively but C.E.C. positively. According to these results, during the phosphorus fertilizing in İzmir soils, it is understood that we have to take some prevention to make phosphorus fixation less. Especially in the soils which have high amount clay and  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$ , the prevention should taken precedently.

L İ T E R A T Ü R

- ✓ Vaksoy, T. 1967. Trakya bölgesi topraklarının fosfor durumu ve bu bölge topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılacak metotlar üzerinde bir araştırma. A.Ü.Z.F. doktora tezi. Ankara.
- Alexander, T.G., J.A. Robertson. 1972. EDTA extractable phosphorus in relation to available and inorganic phosphorus from in soils. Soil Sci. 114 (1): 69-72.
- Alganatay, N. 1968. Orta Anadolu kuzey bölgesi topraklarının fosfor durumu ve bu bölge topraklarında alınabilir fosfor miktarlarının tayininde kullanılacak metotlar üzerinde bir araştırma. A.Ü.Z.F. doktora tezi. Ankara.
- Amer, F., D.R. Bouldin, C.A. Black, F.R. Duke. 1955. Characterisation of soil phosphorus by anion exchange resin adsorption and  $P^{32}$  equilibration. Plant and soil. 6: 391-408.
- ✓ Ateşalp, M. 1968. Dogu Anadolu bölgesi topraklarının fosfor durumu ve bu bölge topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılacak metotlar üzerinde bir araştırma. A.Ü.Z.F. doktora tezi. Ankara.
- Awasthi, K.S., A.N. Pathak. 1971. Effect of mechanical soil fractions on phosphate fixation by some soils uttar pradesh. Indian Jour. Agri. Res. 5 (3): 134-138.
- Aydeniz, A. 1968.  $CaCO_3$ - Fosfor ilişkileri. I.  $CaCO_3$ 'ün fosfor tutulmasındaki rolü. A.Ü.Z.F. yıllığı. 18 fasikül 3-4'den ayrı basım. Ankara.
- Aydeniz, A. 1970.  $CaCO_3$ -Fosfor ilişkileri. II-Fosfor analizinde kullanılan çözücülere kireç'in etkisi. A.Ü.Z.F. yıllığı. 19, Fasikül 3'den ayrı basım: 383-405. Ankara.
- Aydeniz, A. 1971. Çeşitli çözücülerle bulunan fosfor tutarına havaranın ( $CaCO_3$ ) etkisi. A.Ü.Z.F. yıllığı, yıl 21, Fasikül 1'den ayrı basım: 42-69. Ankara.

- Baker, D.E., J.K. Hall. 1967. Measurement of phosphorus availability in acid soils of Pennsylvania. Soil Sci. Soc. Amer. 31: 662-667.
- Ballard, R., J.G.A. Fiskell. 1974. Phosphorus in coastal plain forest soils. I-Relationship to soil properties. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 38 (2): 250-255.
- Baumgardner, M.F., S.A. Barber. 1956. Effect on soil type on correlation of soil test values with crop responses. Soil Sci. 82: 409-418.
- Behrens, W.U. 1968. Die Anreicherung des Boden durch Phosphatdüngung und ihr Nachweis mit verschiedenen Bodenuntersuchungsmethoden Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde. 96: 35-46.
- Bhan, C., H. Shanker. 1973. Correlation of available phosphorus values obtained by different methods with phosphorus uptake by paddy. Journal of Indian Soc. Soil Sci. 21 (2): 177-180.
- Bhan, C., B.R. Tripathi. 1973. Total and available phosphorus status of certain selected soil profiles of uttar pradesh. Indian Jour. Agr. Res. 7 (1): 33-38.
- Bingham, F.T. 1949. Soil test for phosphate California Agriculture 3 (8): 11-14.
- Bingham, F.T. 1962. Chemical soil tests for available phosphorus. Soil Sci. 94: 85-95.
- Black, C.A. 1942. Phosphate fixation by kaolinite and other clays as affected by pH, phosphate concentration and time of contact. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 7: 123-133.
- Black, C.A. 1957. Soil-Plant relationships. John Wiley Sons inc, New York.
- Black, C.A. 1965. Methods of soil analysis. Part 1-2 American Society of agronomy inc, Publisher Madison, Wisconsin. USA.



- Bouyoucos, G.J. 1955. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of the soils. *Agronomy Journal*. 4 (9): 434.
- Bray, R.H., L.T. Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- Bray, R.H. 1948. Correlation of soil tests with crop response to added fertilizers and with fertilizer requirement. *Diagnostic techniques for soils and crops*. The American Potash Institute: 53-86.
- Breland, H.L., F.A. Sierra. 1962. A comparison of the amounts of phosphorus removed from different soils by various extractants. *Soil Sci. Amer. Proc.* 26: 348-350.
- Carvalho, J.V., M. Arriaga. 1964. Etudes des moyens employés pour éviter la fixation dans le sol du phosphore des engrais et pour augmenter la mobilité ce phosphore dans les sols méditerranéens bruns rouges et jaunes. IAEA collections (rapports techniques) No. 28: 87. Vienna.
- Chattarjee, B., S. Datta. 1951. Phosphate fixation by clay minerals, montmorillonite and kaolinite. *Jour. Soil Sci.* 2: 224-233.
- Chattarjee, S.C., B.K. Dhar. 1968. Behaviour of a soluble phosphatic fertilizer with some Indian soils. *Technology Ind.* 5: 204-207.
- Chumachenco, I.N. 1958. Determination of available phosphorus in the carbonate soils of central Asia. *Khlopkovodstova.* 8: 22-24 (originali bulunamadı) *soil and Fertilizer* 22, No. 551. 1959.
- Cole, C.V., M.L. Jackson. 1950. Solubility equilibrium constant of dihydroxy aluminium dihydrogen phosphate relating to a mechanism phosphate fixation in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 15: 84-89.

- Coleman, R. 1944. Phosphorus fixation by the coarse and fine clay fractions of kaolinitic and montmorillonitic clays. Soil Sci. 58. 71-77.
- Crisanto, T., C.D. Sutton. 1973. Measurement of available phosphate content of some spanish soils. Plant and soil. 39: 399-412.
- Çağlar, K.Ö. 1949. Toprak bilgisi. A.Ü.Z.F. yayınları. 10: 231-234.
- ✓Çelebi, G. 1967. Orta Anadolu güney bölgesi topraklarının fosfor durumu ve bu topraklarda alınabilir fosfor miktarının tayininde kullanılacak metodlar üzerinde bir araştırma. A.Ü.Z.F. doktora tezi. **Ankara.**
- De, S.K., S. Ali, K. Gaur, C.D. Das. 1973. Fixation of  $P_2O_5$  by soil in aqueous media in Presence of ammonium salts and urea. Technology. 10 (1-2): 99-102.
- Dean, L.A., E.J. Rubins. 1947. Anion exchange <sup>in</sup> soils. I-Exchangeable phosphorus and anion exchange capacity. Soil Sci. 63: 377-406.
- Deist, J., P.G. Marais, C.F.G. Heyns. 1971. Effect of contact time Labelled fertilizers with soil on the estimation of labile phosphate. Agrochemiphysica 3 (4) 55-62.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. 1974. Ortalama ve ekstrem kıymetler bülteni. Başbakanlık basımevi. Ankara.
- Dhawan, S., S.P. Seth, C.M. Mathur. 1969. Phosphate fixing capacity of Rajasthan soils. J. Indian. Soc. Soil Sci. 17: 487-491.
- Düzgüneş, O. 1963. Bilimsel araştırmalarda istatistik prensipleri ve metodları. Ege Üni. basımevi. İzmir.
- Egner, H. 1941. The Egner Lactate method for phosphorus determination. American Fertilizer. 94 (5): 22-26.
- Ellis, J.R., E. Troug. 1955. Phosphate fixation by montmorillonite. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19: 451-454.

- Evliya, H. 1960. Kultur bitkilerinin beslenmesi. A.Ü.Z.F. yayın-  
lari No. 36: 292-294.
- Fardeau, J.C., J. Jappe. 1971. Détermination simultanée des  
valeur A et I à l'aide du P<sup>32</sup> et du P<sup>33</sup>. Colloque  
FAO-AIEA 13-17 Decembre. 1971. S.M. 151-20. Vienne.
- Fardeau, J.C., G. Giraud. 1972. Determination of available soil  
and fertilizer phosphorus by the isotopic dilution  
method. Phosphorus in Agri. 60: 19-26.
- Fassbender, H.W. 1969. A study of phosphorus fixation in soils  
of central America. IV. Phosphorus fixation capacity  
and its relationship with soil characteristics.  
Turrialba. 19: 497-505.
- Filho, W.M., S.W. Buol, E.J. Kamprath. 1972. Latosol roxo  
(Eutrustox) in Brasil: Phosphate reactions. Experien-  
tia. 13 (7): 235-247.
- Franklin, W.T., H.M. Reseneur. 1960. Chemical characteristics  
of soils related to phosphorus fixation and availabi-  
lity. Soil Sci. 90: 192-200.
- Fread, M. 1957. Measurement of plant nutrient supply of soils  
by radioactive isotopes. Atomic Energy and Agriculture.  
Amer. Assoc. for the advancement of science No. 49.  
Washington. D.C.
- Fread, M.A., L.A. Dean. 1952. A concept concerning the measure-  
ment of available soil nutrients. Soil Sci. 73: 263-271.
- Fox, R.L., E.J. Kamprath. 1971. Adsorption leaching of P in acid  
and high organic matter sandb Soil Sci. Soc. Amer. Proc.  
35: 154-156.
- Fox, R.L., E.J. Kamprath. 1970. Phosphate sorption isotherm for  
evaluating the phosphate requirements of soils. Soil  
Sci. Soc. Amer. Proc. 34: 902-907.
- Fuller, W.H., W.T. Mc George. 1950. Phosphate in calcareous  
Arizona soils. I. solubilities of native phosphates  
and fixation added phosphates. Soil Sci. 70: 441-460.

- Gaur, A.C. 1969. Studies on the availability of phosphate in soils as influenced by humic acid. *Agrochimica* 14. 62-65.
- Ghani, M.O., M.A. İslam. 1946. Phosphate fixation in acid soils and its mechanism. *Soil Sci.* 62: 293-306.
- Grewelling, T., M. Peech. 1960. Chemical soil tests. Cornell Uni. Agri. exp. sta. bull. 960.
- Gupta, A.P. 1965. Studies on the distribution, fixation and availability of phosphate in soils of sugarcane growing tracts of Bihar and U.P. *Agr. Uni. Jour. Res.* 14: 191-194.
- Güner, H. 1968. Toprak verimliliği yönünden toprakların kimyasal analizleri. *E.Ü.Z.F. dergisi* 5 (2)'den ayrı basım: 73-83.
- Güner, Ü. 1968. İzmir bölgesi tarla topraklarının fosfor ve potas ihtiyaçlarını belirlemeye yarayan bazı kimyasal laboratuvar metodlarının Neubauer metodu ile mukayesesine dair araştırmalar. *E.Ü.Z.F. yayınları* No. 131. Bornova.
- ✓Güzel, N. 1974. Ege bölgesinde bazı büyük toprak gruplarında total, inorganik ve organik fosfor bileşiklerinin tekstürel fraksiyonlar arasında ve toprak profilleri içinde pedogenetik dağılımları. Çukurova Ü.Z.F. Habilitasyon tezi. Adana.
- Hageman, O. 1971. Das Festlegungsvermögen der böden und seine abhangigkeit von einigen Bodeneigenschaften. *Arch Bodenfruchtbar.* 11, Pflanzenprodukt Bd. 15, H.3. 177-187.
- Harrison, A.F. 1975. Estimation of readily available P in some Englishlake district woodland soils. *Oikos* 26 (2): 170-176.
- Harter, R.D. 1969. Phosphorus adsorption sites in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 33: 630-631.

- Hashimoto, Y., Takayama. 1971. Inhibiting effect of humat and nitrohumats on phosphorus fixation in soil. 7-Inhibiting effect using synthesized iron compounds as the fixation materials. Journal of the science of soil and manure 42 (1): 37-43.
- Hemwall, J.B. 1957. The fixation of phosphorus by soils. Advances in agr. 9: 95-112.
- Hinga, G. 1973. Phosphate sorption capacity in relation to properties of several types of kenya soils. East African Agricultural and forestry Jour. 38 (4): 400-404.
- Holford, I.C.R., G.E.G. Mattingly. 1975. The high and low energy P adsorbing surfaces in calcareous soils. Jour. Soil Sci. 26 (4): 407-417.
- Horstentine, C.C. 1966. Phosphorus fixation and phosphorus fractions in sandy soils. Proc. Soil-Crop Sci. Soc. Fla. 26: 136-142.
- Hussein, A., K. Kyuma. 1969. Charge characteristics of soil organomineral complexes and their effect on phosphate fixation. Soil Science and plant nutrition. 16 (4): 154-161.
- Hsu, PA. HO. 1964. Adsorption of phosphate by aluminium and iron in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28: 474-478.
- IAEA technical reports series. 29. 1964. Laboratory training manual on the use of isotopes and radiation in soil-plant relation research. Vienna.
- İpinmidum, W.B. 1973. Assesement of rezidues of phosphate application in some soils of Northern Nigeria I-Examination of L and E values. Plant and soil. 39: 213-225.
- İzmir ili toprak kaynağı Envanter raporu. 1972. Köy işleri bakanlığı toprak-su genel md. raporlar serisi. 20. Ankara.

- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Perentice Hall inc. Englewood cliffe. New Jersey.
- Jenny, H., J. Vlamis, W.E. Martin. 1950. Greenhouse assay of fertility of California soils. Hilgardia. 20: 1-8.
- ✓ Kacar, B. 1964. Çukurova topraklarının fosfor durumu ve bu bölge topraklarının fosfor muhtevalarının tayininde kullanılacak muhtelif metotlar üzerinde bir araştırma. A.Ü.Z.F. Habiltasyon tezi. Ankara.
- Kacar, B. 1965. Çukurova topraklarının fosfor fiksasyonu. A.Ü.Z.F. yillığı. 15 (2): 158-179.
- Kacar, B., E. Akgül. 1966. Evaluation of various methods used for the estimation of plant available phosphorus in the soils of Shiraz (İran). Yb.Fac.Agri.Üni. Ankara. 6: 1-12.
- Kacar, B., F. Didehvar, E. Shokravi. 1967. Evaluation of various methods for the estimation of plant available phosphorus in the soils of Caspian sea area (İran). Yb.Fac.Agri. Üni. Ankara. 7: 140-150.
- Kacar, B. 1968. Türkiyenin bazı topraklarında fosfor fiksasyonu ve buna tesir eden faktörler üzerinde bir araştırma. A.Ü.Z.F. yillığı 17 (2): 215-234.
- Kacar, B. 1970. Estimation of plant available phosphorus by the combination of different  $H_2SO_4$  and  $NH_4F$  concentration in the Çukurova soils. Annales de l'université d'Ankara. Tome X. 1964: 104-131.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. II-Bitki analizleri. A.Ü.Z.F. yayınları. 453, Uygulama klavuzu 155. Ankara.
- Kacar, B., S.M.R. Amin, G. Çelebi, C. Turan. 1973. Antalya sahil bölgesi topraklarının fosfor durumu ve bu bölge topraklarında alınabilir fosforun tayininde kullanılacak metotlar üzerinde bir araştırma. TBTAK 4. Bilim kongresi teblig özetleri. 5-8 Kasım. Ankara.



- Kacar, B., G. Çelebi, K. Oskay, V. Katkat.1975. Karadeniz bölgesi asit reaksiyonlu topraklarında fosfor fiksasyonu ve buna etki yapan bazı önemli faktörler üzerinde araştırma. TBTAK yayınları No. 265, TOAG seri No. 44, Ankara.
- Kacar, B. 1977. Bitkibesleme. A.Ü.Z.F. yayınları. 637, Ders Kitabı. 200. Ankara.
- Kacar, B., İ. Kovancı, 1977. Bitki, toprak ve gübrelerde kimyasal fosfor analizleri ve sonuçların değerlendirilmesi. Yardımcı ders kitabı. E.Ü.Z.F. yayını (Baskıda).
- Kaila, A. 1963. Organic phosphorus in Finnish soils. Soil Sci. 95: 38-44.
- Kanwar, B.S., Bhumbra, D.R. 1971. The evaluation of different methods for the estimation of available phosphorus in alkaline calcareous soils. Jour.Res. Punjab. VIII (2): 200-205.
- Kanwar, J.S., Grewal, J.S. 1971. Phosphorus fixation in Indian soils. Bulletin Indian council of agricultural research. 29.
- Karim, M., F. Ahmet, A. İslam. 1973. A study of phosphate adsorption by four Bangladesh soils. Geoderma. 9: 221-227.
- Kene, D.R., T.L. Desphande. 1972. Evaluation of the role of free iron oxides in phosphate fixation in the acid soils of Maharashtra state. Punjabrao Krishi Vidyapeeth research Journal. 1 (1): 1-9.
- Kittrick, J.A., M.L. Jackson. 1956. Electron microscope observation of reaction of phosphate with minerals leading to a unified theory of phosphate fixation in soils. Jour. Soil Sci. 7: 81-89.
- ✓ Kovancı, İ. 1964. İzmir bölgesi topraklarının humüs durumu ve C/N münasebetleri üzerinde araştırmalar. E.Ü.Z.F. doktora tezi. İzmir.

- Kovancı, İ., R. Kılınç, H. Hakerler, M.C. Akıncı. 1977. Muğla ili tarım topraklarının fosfor fiksasyonu ve bunun toprak özellikleriyle ilişkileri üzerinde bir araştırma. Bitki dergisi. 4 (4): Baskıda.
- Kovancı, İ., R. Kılınç. 1977. Burdur ili tarım topraklarının fosfor fiksasyonu ve bunun toprak özellikleriyle ilişkileri üzerinde bir araştırma. Bitki dergisi. 4 (1): 55-67.
- Köy envanter raporu. 1971. Toprak-İskan genel md. yayınları. 38: 106.
- Kuo, S., E.G. Lotse. 1972. Kinetics of phosphate adsorption by calcium carbonate and Ca-kaolinite. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 (5): 725-729.
- Larsen, S. 1952. The use of  $P^{32}$  in studies on the uptake of phosphorus by plants. Plant and soil. 4 (1): 1-10.
- Larsen, S., İ.J. Cooke. 1961. The influence of radioactive phosphate level on the absorption of phosphate by plants and the determination of labile soil phosphate. Plant and soil 14 (1): 43-48.
- Larsen, S., D. Gunary. 1964. The determination of labile soil phosphate as influenced by the time of application of labelled phosphate. Plant and soil. 20 (2): 135-142.
- Larsen, S. 1976. Phosphorus in past, present and future agriculture. Phosphorus in Agri. 68: 1-8.
- Lawton, K. 1960. Chemical composition of soils. Monograph series. 126. Edited by firma E. Bear: 71.
- Makhael, D., F. Amer, L. Kadry. 1965. Comparison of isotope dilution method for estimation of plant available phosphorus. Isotopes and radiation in soil-plant nutrition studies. IAEA, S.M. 65-8: 437-448.

- Manas, O. 1972. Biyolojik araştırmaların IEM-1130'da değerlendirilmesi için hazır programlardan yararlanma klavuzu. E.Ü. Basımevi. Bornova.
- Mathan, K.K., J. Durairaj. 1967. Phosphorus fixation in Nilgiri soil. Madras Agri. Jour. 54: 421-427.
- Miller, J.R., J.H. Axley. 1956. Correlation of chemical soil tests for available phosphorus with crop response, including a proposed method. Soil Sci. 82: 117-127.
- Miller, C.E., L.L. Turk, H.D. Foth. 1958. Fundamentals of soil science. John Wiley and sons inc. New York.
- Moller, J., T. Morgenson. 1953. Use of an ion-exchanger for determining available phosphorus in soils. Soil Sci. 76: 297-300.
- Murdock, J.T., L.E. Englebert. 1958. The importance of subsoil phosphorus to corn, soil sci. soc. Amer. proc. 22: 53-57.
- Nelson, W.L., A. Mehlich, E. Winters. 1953. The development, evaluation and use of soil tests for phosphorus availability. In pierre and Norman ed. Agronomy. 4: 153-183.
- Nigro, C. 1967. Organic phosphorus in some soils of Lazio. Ann. sta. chim. Agr. Sper. Roma serie III. 251: 11.
- Nikitin, V.V. 1971. Comparative evaluation of methods of determination of mobil phosphate in ordinary chernozems of the south-east chernosem belt. Agrokhimiya. 10: 144-148.
- Olsen, S.R. 1973. The measurement of phosphorus on the surface of soil particles and its relationship to plant available phosphorus. Use of isotopes in plant and animal research. Atomic Energy com. TID RO 98, Washington. D.C.

- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe, L.A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agr. Cir. 939. Washington, D.C.
- Otomoso, T.I. 1971. Organic phosphorus contents of some cacao growing soils southern Nigeria. Soil Sci. 112 (3): 195-199.
- Oteng, I.V., D.K. Acquaye. 1971. Studies on the availability of phosphorus in representative soils of Ghana I. Availability tests by conventional methods. Ghana Jour. Agr. Sci. 4: 165-170.
- Özbek, N. 1969. Deneme teknigi. I-sera denemesi, teknigi ve metodları. A.Ü.Z.F. yayınları. 406, Ders kitabı. 138: 331.
- Pagel, H. 1972. Comparison of different methods of extraction for determination of available phosphorus in important soil of the arid and humid tropics. Beiträge zur tropischen und subtropischen Landwirtschaft und tropen veterinärmedizin. 10 (2): 123-138.
- Palma, G., H.W. Fasbender. 1970. Phosphorus in soils of central America. V-Use of exchange resins for evaluating P availability. 20 (3): 279-287.
- Parfitt, R.L., S. Roger, L.H. Bell. 1975. The mechanism of P fixation by iron oxides. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 39: 837-841.
- Pathak, A.N., A. Das, J. Shukula. 1950. Phosphate fixation in alluvial soil. Curr. Sci. 19: 290-291.
- Pichot, J., B. Troung, S. Burdin. 1976. An investigation of the residual effect of phosphorus in two rice soils using chemical and isotopic procedurs. Phosphorus in Agri. 68: 25-42.

- Rajan, S.S.S., R.L. Fox. 1972. Phosphate adsorption I-influence of time and ionic environment on phosphate adsorption. Comm. in soil science and plant analysis. 3 (6): 493-504.
- Raychaudhuri, S.P., N.P. Datta. 1964. Phosphorus and potassium status of Indian soils. Indian coun. Agri. Res. Rev. Serie. 36: 1-44.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U.S. Dept. Agri. Handbook. 60.
- Saatçı, F., İ. Kovancı, M.C. Akıncı, H. Hakerler. 1977. Muğla çevresindeki bazı topraklarda fosfor fraksiyonları ve çeşitli fosfor formları ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler. Bitki dergisi. 4 (4): Baskıda.
- Saunders, D.H. 1956. Determination of available phosphorus in tropic soils by extracting with sodium hydroxide. Soil Sci. 83: 457-463.
- Saunders, W.M.H. 1965. Phosphate retention by New Zealand soils and its relationship to free sesquioxides. New Zealand Jour. Agri. Res. 8: 30-37.
- Salamon, M., J.B. Smith. 1965. Residual soil phosphorus from various fertilizer phosphates extracted by different solvents soil sci. soc. Amer. proc. 20: 33-36.
- Scarseth, G.D., J.W. Tidmore. 1934. The fixation of phosphates by soils colloids. Amer. Soc. of Agro. Jour. 26: 138-151.
- Scheffer, F., A. Klocke, K. Hempler. 1960. Die phosphatformen im Boden und ihre verteilung auf die korngrossenfraktionen. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk. 91: 240-252.

- Snarma, P.K. 1967. The phosphorus status of the soils of kangra and kulu districts of Himachal Pradesh M. Sc. Thesis, Punjab Agri. Uni. Ludhiana.
- Sherrel, C.G. 1970. Comparison of chemical extraction methods for the determination of available phosphates in soils. I-Correlation between methods and yield and phosphorus uptake by white clover grown on 16 North Island soils in glasse house. N.Z. Jour. Agri. Res. 13: 481-493.
- Silva, M.F. 1955. Correlation between greenhouse results and the A value for assimilable phosphorus extracted from the soil by **three** different methods. Agriculture. Trop II: 925-928.
- Smith, V.T. 1948. An evaluation of the carbon dioxide method of determining available phosphoric acid in high lime soils. Jour. of Amer. Soc. of Agr. 40: 1045-1046.
- Smith, E.W., B.C. Ellis, J. Grave. 1957. Use of acid fluoride solution for the extraction of available phosphorus in calcareous soils and in soil to which rock phosphate has been added soil sci. soc. Amer. proc. 21: 400-404.
- Steel, R.G.D., J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics, with special reference to the biological sciences. Mc Graw-Hill. comp. inc. New York.
- Stephen, R.C., Y.C. Lin. 1975. Chemical determination of soil P levels and the relationship of these with plant response. Agri. Hong Kong. 1 (3): 182-191.
- Strogonov, B.P. 1964. Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik temelleri. Çeviren: H. Güner. 1971. E.Ü. basımevi. Bornova: 34.



- Şenvar, C.B. 1964. Atomistik ve çekirdek kimyası. A.Ü.F.F. yayınları 97. Ankara.
- Tandon, H.L.S., M.P. Cescas, E.H. Tyner. 1968. An acid free vanadate-molybdate reagent for the determination of total phosphorus in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32 (1) 48-51.
- Thompson, L.F., P.F. Pratt. 1954. Solubility of phosphorus in chemical extractants as indexes to available phosphorus in Ohio soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 18: 467-470.
- Tisdale, S.L., L. Nelson. 1956. Soil fertility and Fertilizers. The Mac Millan comp. New York: 208.
- Topraksu Genel Müdürlüğü. 1974. Gediz havzası toprakları. Köy İşleri ve Kooperatifler Bakanlığı yayın No. 220, Toprak-Su genel Md. yayın No. 302, raporlar serisi. 86, Ankara: 140.
- Udo, E.J., F.O. Uzu. 1972. Characteristics of phosphate adsorption by some nigerian soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 (6): 879-883.
- Ülgen, N. 1967. İzotop tekniği ile memleketimizin bazı topraklarında istifade edilebilir fosfor miktarının tayininde kullanılacak kimyasal analiz metotlarının seçilmesi. Atom Enerjisi Kom. izotop uygulama simpozyumu. AEK Bilimsel yayınlar seri No. 19: 270-275.
- ✓ Ülgen, N. 1967. Karadeniz bölgesi topraklarının fosfor ihtiyacının tayininde kullanılacak metotlar üzerinde bir araştırma. A.Ü.Z.F. doktora tezi. Ankara.
- ✗ Ülgen, N., M. Ateşalp. 1972. Toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor tayini, toprak ve gübre araştırma enstitüsü teknik yayınlar serisi. 21. Metin basımevi. Ankara.
- Üstüntaş, D., C. Korkut, M. Şimşek. 1969. Her yönüyle İzmir ili. Karınca basımevi. İzmir: 12-16.

- Wang, C.H. 1965. Determination and status of available phosphorus in Taiwan paddy soils. Soil fertility. Taiwan: 16-33.
- Welch, L.F., L.E. Esminger, C.M. Wilson. 1957. The correlation of soil phosphorus with the yields of ladino clover. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 21: 618-620.
- Werner, W. 1969. Kennzeichnung des Pflanzenverfügbaren phosphats nach mehrjähriger Düngung mit verschiedenen Phosphaten. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde. 122: 19-32.
- Wild, A. 1950. The retention of phosphate. Soil Sci. 1: 221-238.
- Williams, C.H. 1950. Studies on soil phosphorus. III. Phosphorus fractionation as the fertility index in south Australian soils. Jour. Agri. Sci. 40: 257-262.
- Williams, E.G., W.H.M. Saunders. 1956. Distribution in profiles and particle-size fractions of some scottish soils. Jour. Soil Sci. 107: 213-219.
- Zabunoglu, S. 1967. Çarşamba ovası topraklarının fosfor durumu ve bu bölge topraklarının fosfor ihtiyaçlarının tayininde kullanılacak metotlar üzerinde araştırmalar. A.Ü.Z.F. Habiltasyon tezi. Ankara.

## T E Ő E K K Ü R

Tezimin hazırlanmasında değerli katkılarından yararlandığım, Bitkibesleme Kürsüsü ve Ege Üniversitesi Nükleer Araştırma Enstitüsü Tarım Bölümü Başkanı Sayın Doç.Dr. İdris Kovancı'ya, Bitkibesleme ve Toprak Kürsüleri personeline, Nükleer Araştırma ve Eğitim Enstitüsünde çalışanların tümüne, özellikle asistan Şenay Sümer'e içtenlikle teşekkür ederim.



## Ö Z G E Ç M İ Ş

1942 yılında Çanakkale'nin Biga ilçesinde doğdum. 1949 yılında İzmir'e göç ettik. İlk ve Orta öğrenimimi İzmir'de Zeytinlik İlkokulu, Tilkilik Orta okulu ve Atatürk Lisesinde tamamladım. 1961 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesine girdim. 1966 yılında Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Bölümünden mezun oldum. Çok kısa süre İzmir Teknik Ziraat Müdürlüğünde çalıştıktan sonra, 1966-1968 yılları arasında 24 aylık askerlik görevimi tamamladım. Askerlik bitiminde yeni açılmış bulunan Ege Üniversitesi Radyoizotop Araştırma Merkezinde göreve başladım. 3 ay süreyle Çekmece Nükleer Araştırma Merkezinde kurs gördüm ve açılan 20 deneylik yaz okulunu bitirdim. Radyoizotop Merkezinin, Nükleer Araştırma Enstitüsü olarak Akademik kişilik kazanması üzerine 1977 yılında Enstitünün Tarım Asistanlığına atandım. Halen aynı görevi sürdürmekteyim.

Evli olup, 2 çocuk babasıyım.