

# Bitkide Fosfor

Fosfor alımı ve taşınımı

Kök hücreleri ve

>

ksilem özsuynunun P kapsamı > toprak çözeltisinin P kapsamı (**100-1000 kat**)

- P alımı **aktif** alım şeklinde gerçekleşir
- Aktif alım açısından bitki tür ve çeşitleri arasında farklılıklar vardır

**Çizelge 13.4.** Mısır genotiplerinin uygulanan P düzeylerine bağlı olarak P konsantrasyonları ve kapsamlarındaki değişimler

Çeşitler	Fosfor konsantrasyonu, (%)			% Artış	
	P0	P50	P100	P50	P100
Furio	0.13	0.23	0.28	76.9	115.4
Riogrande	0.15	0.24	0.29	60.0	93.3
Sele	0.13	0.15	0.28	15.4	115.4
DK 743	0.13	0.19	0.24	46.2	86.6
Helix	0.14	0.23	0.26	64.3	85.7
Missouri	0.14	0.17	0.23	21.4	64.3
Betor	0.15	0.23	0.31	53.3	106.7
Poker	0.12	0.20	0.26	66.7	116.7
Fosfor kapsamı, (mg bitki <sup>-1</sup> )					
Furio	1.27	2.39	3.02	88.2	137.8
Riogrande	0.71	2.35	3.45	231.0	385.9
Sele	0.94	1.28	3.47	36.2	269.1
DK 743	0.96	2.28	2.62	137.5	172.9
Helix	1.10	1.98	3.72	80.0	238.2
Missouri	1.04	1.79	2.46	72.1	136.5
Betor	0.92	1.68	1.98	82.6	115.2
Poker	0.71	1.82	3.54	156.3	398.6

**Table 3** Effect of P fertilization on grain yield and P efficiency of 25 wheat cultivars

Cultivars	Grain yield (kg ha <sup>-1</sup> )		P efficiency (%)
	P30	P60	
<b>Bread wheat</b>			
1. Gun 91	4071 ± 272	5633 ± 257	72
2. İkizce 96	5520 ± 216	5979 ± 422	92
3. Yakar 99	4512 ± 391	5984 ± 487	75
4. Mizrak 98	4329 ± 102	5892 ± 190	74
5. Turkmen 98	4350 ± 497	5654 ± 240	77
6. Uzunyayla 98	3687 ± 332	5646 ± 205	65
7. Bezostaja	5188 ± 208	6179 ± 359	84
8. Gerek 79	3933 ± 213	4762 ± 293	83
9. Hatay 98	3512 ± 333	5000 ± 325	70
10. Kirac 66	4150 ± 348	4816 ± 256	86
11. Bolal 2973	4571 ± 486	5700 ± 430	80
12. Kate A-1	4167 ± 237	7316 ± 241	57
13. Pehlivan	4960 ± 264	6116 ± 223	81
14. Dagdas	5060 ± 276	5358 ± 108	94
15. Kirkpınar 79	5413 ± 459	5400 ± 520	100
16. Kirgiz	5375 ± 194	5613 ± 265	96
17. Kutluk	4570 ± 360	5960 ± 322	77
18. Sultan	4627 ± 333	5138 ± 364	90
19. Sivas 111/33	4154 ± 29.5	4078 ± 64.2	102
20. Yektay 406	4733 ± 322	5354 ± 157	88
Average	4544	5579	82
<b>Durum wheat</b>			
21. C-1252	6065 ± 391	6183 ± 262	98
22. Kiziltan 40/98	5081 ± 439	5596 ± 382	91
23. Altin 40/98	4588 ± 398	4977 ± 473	92
24. Ankara 98	4877 ± 327	5342 ± 104	91
25. Yilmaz 98	5119 ± 345	5544 ± 157	92
Average	5146	5528	93
General average	4664 ± 83.1	5568 ± 81.3	84
<b>F-test</b>			
Cultivar (C)	4.78***		
P Treatment (P)	100.04***		
C × P interaction	2.60***		
Least significant difference test for interaction: 894			

\*\*\*P < 0.01. Phosphorus efficiency was expressed as ([grain yield at P30/grain yield at P60] × 100). The data represent mean ± standard error of four independent replications. P30, 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; P60, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>.

$\text{NO}_3$  ve  $\text{SO}_4$ ' in aksine P bitkide **indirgenmez**

Okside fomlarda bulunur

P bitkiler tarafından alındıktan (fizyolojik pH aralığında  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) sonra

- inorganik fosfat (Pi)
- esterleşmiş hidroksi grupların karbon zincirlerinde basit fosfat esterler
- enerjice zengin fosfat bağları tarafından diğer fosfatlara bağlanmış

olarak bulunur

**Fosforun enerji transferindeki rolü**

Enerjice zengin pirofosfat ( $\approx$ ) bağları  $\rightarrow$  ATP  $\rightarrow$  (hidroliz) 30 kJ

Pirofosfat bağlarının sentezi için enerji;

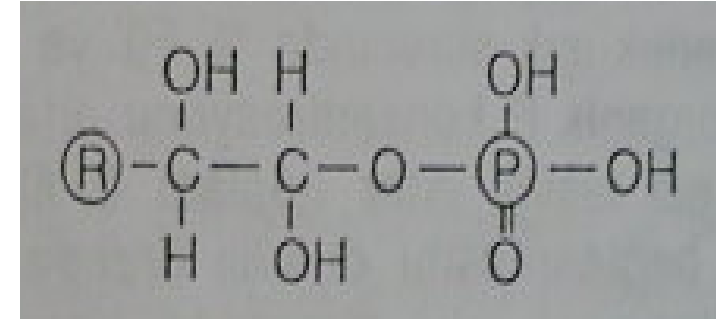
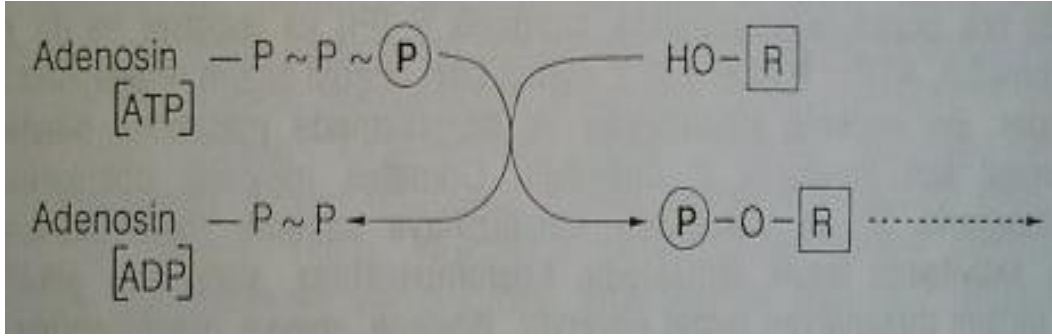
- Fotosentez
- Solunum
- Karbonhidratların anaerobik parçalanmasından **sağlanır**

**Böylece ATP içindeki enerji;**

- Aktif iyon alımı
- Organik bileşiklerin sentezi

**gibi enerji gerektiren çeşitli proseslerde kullanılır**

- Bu tür proseslerde **fosforilasyon reaksiyonu** ile ATP' den bir fosforil grubu başka bir bileşiğe geçerek enerji sağlar



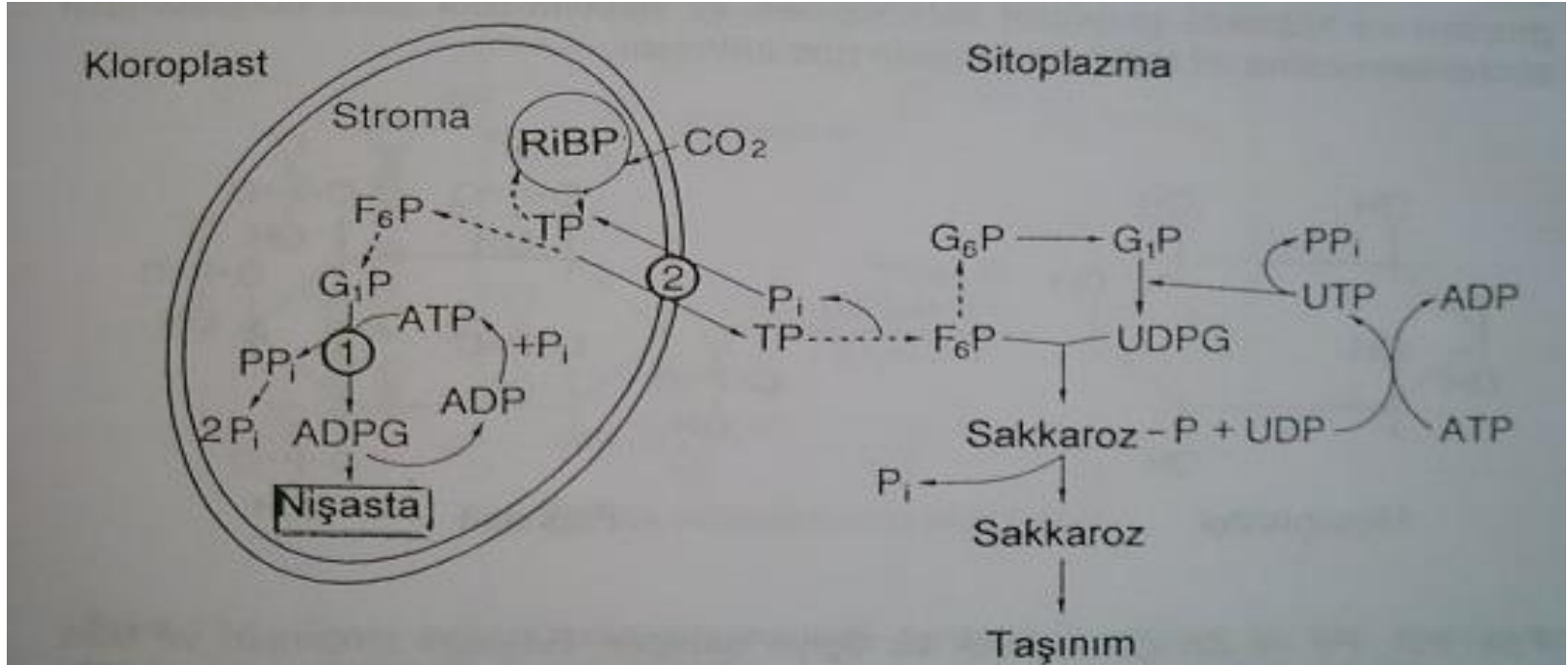
Fosfat esterler parçalanma ve metabolik biyosentezlerde gereklidirler ve yapıları doğrudan hücrelerin enerji metabolizmaları ve enerjice zengin fosfatlar ile ilgilidir

P' un metabolizmadaki en önemli işlevi enerji transferini sağlayan **PIROFOSFAT** bağları oluşturmalarıdır

- Ayrıca;
- sakkaroz sentezlenmesinde gerekli olan UDP
  - fosfolipit sentezinde gerekli olan CTP
  - selüloz oluşumu için gerekli olan GTP
- gibi bileşikler ATP' ye benzer bileşiklerdir ve hepsi de P içerirler**

# Nişasta sentezini etkiler;

- $P_i$ /trioz P oranı  $\uparrow$  ADP-glukoz pirofosforilaz enzim aktivitesi durur
- Trioz P salınımını P taşıyıcıları kontrol eder
- P noksanlığında kloroplastlarda nişasta birikir
- Fotosenteze oranla gövde gelişimi daha çok azalır



Şekil 13.5. Yapraklarda karbonhidrat taşınımı ve nişasta sentezine P' un katılıımı ve düzenleyici rolü. (1) ADP-glukoz pirofosforilaz: PGA tarafından stimüle edilen ve inorganik P tarafından engellenen nişasta sentezini düzenler. (2) fosfat taşıyıcı: kloroplastlardan fotosentez ürünlerinin taşınımını düzenler. TP, triozfosfat (gliseraldehit-3-fosfat, GAP, dihidroksi aseton fosfat, DHAP, F<sub>6</sub>P, fruktoz 6-fosfat, G<sub>6</sub>P, glikoz 6-fosfat)

## ATPaz' ların aktivitesi ve enerji transferi

- Ca, Mg ve K gibi besin maddeleri gibi bir çok faktör tarafından etkilenir

## ATP, UTP, GTP ve CTP

- RNA ve DNA sentezlenmesine katılır
  - DNA kalıtsal özelliklerin taşıyıcısıdır
  - RNA ise protein sentezinde fonksiyonlara sahiptir

## İnorganik fosforun bitkide dağılımı ve düzenleyici rolü

- Bir çok enzimde , inorganik P (Pi) ya substrat ya da son üründür (örneğin,  $ATP \rightarrow ADP + Pi$  )
- Ayrıca bazı önemli enzim reaksiyonlarını kontrol eder, bu enzimler; fosfofruktokinaz  $\rightarrow$  meyve olumu

### Bitkide P ;

- yeterli ise vakuollerde birikir (% 85-95)
- noksan ise vakuolden sitoplazma ve kloroplasta gönderilir (% 100)

Fotosentezi etkiler;                      1-1.4 mM kritik                      2-2.5 mM optimum

P' un bitkide fraksiyonları;

☞ uygulanan P arttıkça vejetatif bitki organlarındaki P fraksiyonları da artar

Çizelge 13.5. Uygulanan fosforun tütün yapraklarında P fraksiyonlarına etkisi

P uygulaması (mg l <sup>-1</sup> )	Yaprak kuru ağırlığı (g yaprak <sup>-1</sup> )	P fraksiyonları (mg 100g <sup>-1</sup> , kuru ağırlık)			
		Lipid	Nükleik asit	Ester	İnorganik
2	0.82	32	74	36	33
6	1.08	83	134	91	83
8	1.10	89	133	104	123
20	1.06	91	142	109	338

Canlı hücrelerde polifosfatlar şeklinde depolanır

▶ Pirofosfat bağları, ATP, Enerji !!!

Generatif organlarda **fitatlar** şeklinde bulunur

▶ Fitat; **fitik asitin tuzudur** (*miyoinozitol 1, 2, 3, 4, 5, 6-heksakisfosfat*)

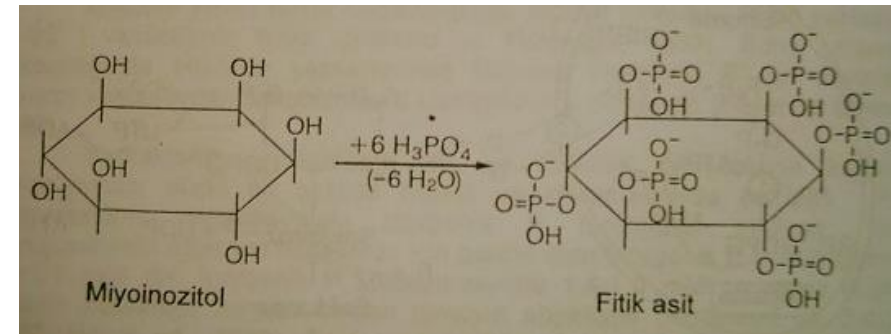
▶ K, Ca, Mg içerirler, Fe, Zn' ya affinitesi yüksektir

**Baklagillerde** toplam P' un % 50' si

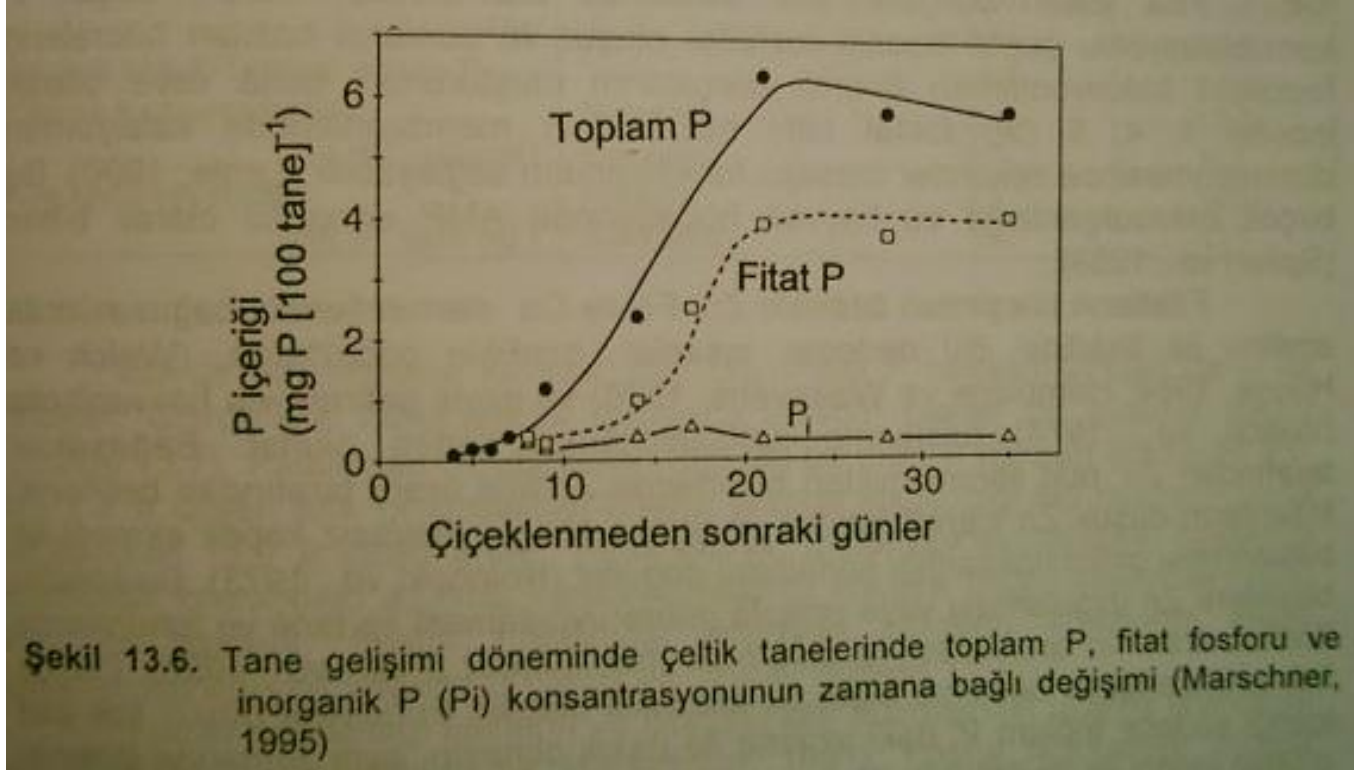
**Tahıllarda** % 60-70' ini

**Buğday kepeğinde** % 86' sını

**Yumru bitkilerinde** % 15-23' ünü oluşturur



- ▶▶ **Generatif organlarda**, K, Mg ve bazen de Zn, Ca' un **depo yerleridir**
- ▶▶ Ağır metallere (Zn, Fe) yüksek ilgisi **detoksifikasyon**
- ▶▶ fitik asit toprakların organik P fraksiyonlarında da bulunur



Fitatlar, **tohum çimlenmesinde önemli** rol oynar

Fitatlar parçalanarak genç fideciklere (**Fitataz** enzimi)

- fosforilasyon ve protein sentezi için Mg
- hücre büyümesi için K
- nükleik asit ve hücre zarı oluşturulması için P sağlar



**Çizelge 13.6.** Çimlenme süresince çeltik tohumlarının P fraksiyonlarındaki değişimler

Çimlenme üresi (saat)	P fraksiyonları (mg g <sup>-1</sup> )				
	Fitat	Lipid	İnorganik	Ester	RNA+DNA
0	2.67	0.43	0.24	0.078	0.058
24	1.48	1.19	0.64	0.102	0.048
48	1.06	1.54	0.89	0.110	0.077
72	0.80	1.71	0.86	0.124	0.116

- **Fitat parçalanma oranını inorganik P kontrol eder**
- **Fitatlar insan sağlığı ve beslenmesinde de önemlidir (Zn/fitat oranı !!!)**

**P uygulaması, bitki büyümesi ve bileşimi;**

- **Vejetatif dönemde optimum P % 0.3-0.5 (K.M.)**
- **> % 1 P (K.M.) toksiklik oluşur (çeşit farklılığı var)**

## P noksanlığında;

- yaprak yüzey alanı, büyümesi ve sayısı azalır
- hücre ve yaprak büyümesi klorofil ve kloroplast oluşumlarına göre geriler
- genellikle klorofil içeriği artar ve yapraklar **koyu yeşil** renk alırlar

Çizelge 13.7. Soyada karbonhidrat ve P konsantrasyonu ile değişik büyüme parametrelerine P noksanlığının etkisi

Parametreler		Yüksek P	Düşük P
Yaprak alanı, dm <sup>2</sup>		12.1	1.8
Yaprak sayısı		7	4
Gövde/kök kuru madde oranı		4.2	1.0
Klorofil, mg dm <sup>-2</sup>		3.02	2.80
Yaprağın Pi içeriği		4.43	0.28
P <sub>org.</sub> mg g <sup>-1</sup> , kuru madde		2.44	0.59
Toplam P			
	Gövde ve yaprak sapı	5.84	1.14
	Kök	10.54	1.29
Toplam kök P/Toplam gövde P		0.54	1.57
Yaprak karbonhidratları	Nişasta	0.4	12.8
	(g m <sup>-2</sup> , yaprak) Sakkaroz	0.7	0.2
Kök karbonhidratları	Nisata	23	160
	(mg g <sup>-1</sup> taze ağ.) Sakkaroz	16	177

gövde büyümesi daha az etkilenir

gövde/kök oranı **düşer** (CHO köke taşındığı için)

▶▶ Fasülyede bu oran P noksan bitkilerde 5.0' dan 1.9' a **düşer**

▶▶ Mg noksanlığında kök gelişimi azalır ve oran 10.0' a kadar **artar**

P noksanlığında kök morfolojisi modifiye edilerek P alımı artırılır

## Fosfor Noksanlığı

- Tanısı zordur
- Bitki normal görünebilir
- Sebzelerde kritik konsantrasyon < % 0.2' dir
- Mutlak P noksanlığından bahsedilemez;

**X** Toprak, iklim, genetik faktörler vb P alımını engeller

## Topraklarda P;

- Ca, Fe, ve Al fosfatlar
- Fe ve Al oksitler, hidroksitler ve hidrateoksitler
- organik fosfor bileşikleri (fitat) ve
- $H_2PO_4^-$  ve  $HPO_4^{2-}$  formunda toprak çözeltisinde bulunur

- Topraktaki P formları dinamik bir denge içinde olup, dengeyi;
  - ✓ pH
  - ✓ karbonat
  - ✓ seskioksitler
  - ✓ kil
  - ✓ humus
  - ✓ ağır metaller
  - ✓ nem durumu
  - ✓ su/hava oranı
  - ✓ sıcaklık
  - ✓ mikrobiyal aktivite
- gibi pek çok faktör etkiler
- Toprak çözeltilinde 0.4-8.0 kg ha<sup>-1</sup> P optimum
- Asit topraklarda P noksanlığı Al toksisitesi yaratır (KİREÇLEME)
- **Bitkilerin P alımı;**
  - Kuraklık
  - Düşük sıcaklık
  - O<sub>2</sub> yetersizliği
  - Kompaksiyon
  - P formlarına
  - Bitki çeşidine
    - katyon absorpsiyon özelliğine (Rizosfere etki !!!)
    - kök gelişmesine
    - kök tüylerinin uzunluğu
  - mikorizanın varlığı gibi faktörlere bağlıdır