

(DOKTORA)

173367

Pamuk Ekiminde Mekanik Esaslar ve Ekim Organları Üzerinde Bir Araştırma

Yazan

İsmet ÖNAL

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsü
Asistanı

BORNOVA — İZMİR

1971

8 - OZET

Bu çalışmanın amacı a) kontrollu laboratuvar şartlarında toprak sıkı masının, toprak granülasyonunun ve toprak kaymak tabakasının pamuk tohumu çimlenmesine etkisini tespit etmek, b) toprak sıkışması ve toprak granülasyonunun, kuruma katsayısı K ya etkisini bulmak, c) pamuk ekim makinasının performansını islah etmek için makina parçalarının fonksiyonel istekleri hakkında bilgi elde etmektir. X

BAŞLIK	ORJİNAL BAŞLIK	OB	PAMUK EKİMİNDE MEKANİK ESASLAR VE EKİM ORGANLARI ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA			
	PARALEL BAŞLIK	PB				
AKADEMİK ÜNVAN	AÜ	DOKTORA				
YAZAR	YZ	ÖNAL, İSMET				
TEZİN SUNULDUĞU KURULUŞ	TSK	EĞE ZİR ZİRAAT ALET VE MAKİNALARI KÜRSÜSÜ	TEZİN SUNULDUĞU TARİH	TST	1971	
DESTEKLEYEN KURULUŞ	DK	TÜBİTAK				
YAYINLAYAN	YAY					
YAYIN YERİ	YY		YAYIN TARİHİ	YT		
SAYFA	SS	10.145	REFERANS SAYISI	RF	107	
METİN DİL (LERİ)	MD	TK	ÖZET DİL (LERİ)	ÖD	TK, EN	
SERİ ADI / NO	SA/N					
TEZ DANIŞMANI	TD	MUTAF, EMİN				
KONU KODU	KK					
DİZİN TERİMLERİ	KONTROLLU	KONT				
	SERBEST	SERB				

Ö N S Ö Z

Pamuk üretiminde tohumların üniform ve sıhhatli olarak toprak yüzeyine çıkarılması, verime olan etkisi nedeniyle büyük önem arz etmektedir. Pamuk tohumunun çimlenmesine etki eden çeşitli mekanik etmenlerin incelenmesi, gerek yeni tohum yatağı hazırlama metod ve vasıtalarının ortaya konulmasına ve gerekse ekim makinasının çeşitli organlarının dizaynında kullanılacak temel donelerin elde edilmesine imkân hazırlamaktadır. Bu bakımdan bu eser, pamuk ekiminde uygulanması gereken mekanik esasları ortaya koymak ve pamuk ekim makinasının performansını islah etmek amacıyla makina iş organlarının fonksiyonel istekleri hakkında gerekli bilgileri ortaya çıkarmak için hazırlanmıştır.

Pamuk ekiminin, sonra yapılacak işlemlerle örneğin, seyreltme, sulama, mücadele ve mekaniksel hasatla yakın ilgisi olması dolayısıyla pamuk mekanizasyonu ile ilgili problemlerin çözümlenmesinde ekim konusuna öncelik verilmesi gerektiği açıktır. Bu bakımdan, bu araştırmanın pamuk üretiminin mekanizasyonu ile ilgili çalışmalara bir katkıda bulunacağına inanıyorum.

Bu eser, meslek mensuplarına, çiftçilerimize ve pamuk ekim makinalarının imalatıyla uğraşan sanayicilere ufak bir yardımda bulunabilirse, onu da vatanıma olan şükran borcuma sayacağım.

Bornova-İzmir, Mart 1971

İsmet Önal

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa No.</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL LİSTESİ	V
CETVEL LİSTESİ	X
1. GİRİŞ VE KONU	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	7
3. MATERYAL	17
3.1. Deneme Toprakları	17
3.1.1. Deneme Topraklarının Özellikleri	17
3.1.1.1. Bünye Analizi	17
3.1.1.2. Tarla Kapasiteleri	18
3.1.1.3. Konsistans sınırları	18
3.2. Araştırmada Kullanılan Alet ve Makinalar	22
3.2.1. Gömücü Ayaklar	22
3.2.1.1. Balta tipi gömücü ayak	22
3.2.1.2. Tek diskli gömücü ayak	24
3.2.2. Frezeli-paralelogramlı ekim makinası	24
4. DENEME METODLARI	28
4.1. Kuvvetlerin Ölçülmesi	28
4.2. Toprak Direncinin Ölçülmesi	33
4.2.1. Toprak sertliğinin ölçülmesi	33
4.2.1.1. İtme tip (yaylı) yazıcı penetrometre	34

4.212. Danbeli penetrometre	40
4.22. Toprağın Kayma Gerilmesinin Ölçülmesi	42
4.221. Kanatlı Burgu Metodu	44
4.222. Halkalı Kesme Test Metodu	45
4.23. Toprak Kaymak Tabakası Direncinin Ölçülmesi...	50
4.3. Toprağın Kuruma Değerinin Tespit Edilmesi	55
4.4. Toprak Neminin Ölçülmesi	58
4.5. Çizi Profillerinin Çıkarılması	60
5. DENEMELERİN TERTİPLENMESİ	63
5.1. Klima Odasında Yapılan Denemelerin Tertiplenmesi....	63
5.11. Klima Odasının Hazırlanması	63
5.12. Yetiştirme Sandıkları ve Hazırlanmaları	65
5.13. Klima Odasında Yapılan Denemelerin Tanıtılması	73
5.131. Toprak Granülasyonu ve Sıkıştırma Basıncının pamuk tohumu çimlenmesine olan etkisini araştırmak amacıyla yapılmış denemeler	73
5.132. Kaymak tabakası direnciyle çimlenme arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla yapılan deneme	75
5.133. Toprak granülasyonu ve sıkıştırma basıncının tohum yatağından nem kaybına etkilerini araştırmak amacıyla yapılan deneme	75
5.2. Kanal Denemelerinin Tertiplenmesi	78
5.21. Toprak kanalları, kanal arabası ve çeki düzeni	78
5.22. Kanal topraklarının hazırlanması	81
5.23. Kanal denemelerinin tanıtılması	85
5.3. Tarla Denemelerinin Tertiplenmesi	86

6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI	89
6.1. Klima Odasında Yapılan Denemelerin Sonuçları	89
6.11. Toprak Sıkışmasının Etkileri	89
6.111. Toprak Sıkışmasının Çimlenmeye Etkisi...	89
6.112. Toprak sıkışmasının nem kaybına olan etkisi	97
6.12. Toprak granülasyonunun etkileri	100
6.121. Granül iriliğinin çimlenmeye etkisi...	100
6.122. Granül iriliğinin nem kaybına etkisi ..	103
6.123. Granül iriliği ile kaymak tabakası direnci ve çimlenme arasındaki ilişki..	105
6.2. Tarla Denemelerinin Sonuçları	111
6.3. Kanal denemelerinin sonuçları	114
6.31. Balta tipi ve tek diskli gömücü ayakların çeki kuvveti ihtiyaçları	114
6.311. İş derinliğinin çeki kuvvetine etkisi..	115
6.312. Çalışma hızının çeki kuvvetine etkisi..	117
6.32. Çizi profillerinin incelenmesi	118
6.321. İş derinliğinin çizi profiline etkisi..	118
6.322. Çalışma hızının çizi profiline etkisi..	121
6.323. Gömücü ayakların örseleme katsayılarının incelenmesi	121
7. TARTIŞMA	122
8. ÖZET	127
SUMMARY	131
LİTERATÜR	135
TEŞEKKÜR	145

Ş E K İ L L İ S T E S İ

<u>Şekil No.</u>		<u>Sayfa No.</u>
1	Toprak konsistansıyla toprağın dinamik faktörleri arasındaki ilgi	20
2	Deneme topraklarının akış eğrileri ve likit limit değerleri	21
3	Balta tipi gömücü ayak	23
4	Balta tipi gömücü ayakla ekim	24
5	Tek diskli gömücü ayak	25
6	Frezeli-paralelogramlı prototip ekim makinasının prensip şeması	25
7	Balta ayaklı paralelogramlı ekim makinası	26
8	Küçük motorlu toprak frezesi	27
9	Balta ayağa etki eden toprak direnci	29
10	Diski etki eden toprak dirençleri	30
11	Elektronik tek komponent ölçü düzeni	30
12	Elektronik tek komponent ölçü düzeni ve ölçü aletleri	31
13	Elektronik tek komponent ölçü düzeninin kanal arabası üzerinde kalibre edilmesi	32
14	Konide kuvvetler dengesi	35
15	Yazıcı penetrometre	38
16	Yazıcı penetrometre çalışma konumunda	40
17	Darbeli penetrometre	41
18	Kanatlı burgu metoduna göre çalışan kesme aleti...	45
19	Elektronik halkalı kesme test cihazı	46
20	Kesme halkası	47
21	Kesme halkasında kesilme yüzeyi	48
22	Kesme halkalı elektronik ölçü cihazının kalibrasyon düzeni	49

<u>Şekil No.</u>		<u>Sayfa No.</u>
23	Halkalı kesme test cihazının kalibrasyon eğrisi ...	49
24	Kaymak tabakası direncini ölçme düzeni	50
25	Kaymak tabakası direncini ölçen cihazın elektronik devresi	51
26	Kaymak tabakası direncini ölçme cihazı çalışma konumunda	52
27	Ortadan nokta yüke maruz kırışta eğilme momenti diyagramı	53
28	Alkolle yakma metoduna göre toprak nemi ölçü kapları	60
29	Toprak profilografı	61
30	Profilograf kanal arabası üzerinde çalışma konumunda	62
31	Otomatik ısıtma düzeninin elektrik tesisat şeması...	64
32	Havanın nisbi nemini kontrol eden sistem	65
33	Nisbi nem kontrol sisteminin elektrik tesisat şeması	65
34	Yetiştirme sandıkları	66
35	Toprak eleme düzeni çalışma konumunda	67
36	Toprak yüzeyinin tesviye edilmesi	68
37	Kompaktör teknik resmi	69
38	Kompaktör kalibrasyon düzeni	69
39	Kompaktörle toprağın bastırılması	70
40	Kompaktörle sıkıştırılmış bölme topraklarının genel görünüşü	70
41	Pitot borusuyla hız ölçülmesi	71
42	Rüzgâr hızı ölçme düzeni çalışma konumunda	72
43	Kanal kesitinin orta tabanı üzerinde çeşitli noktalardaki rüzgâr hızlarının değişimi	74

<u>Şekil No.</u>		<u>Sayfa No.</u>
44	Deneme VI. uygulama şeması	76
45	Deneme kutusu	78
46	Toprak doldurulmuş kutular rüzgâr kanalına yerleştirilmiş durumda	79
47	Toprak kanalları	79
48	Çeki düzeni	80
49	Kanal toprağının sulama düzeni	81
50	Kanal toprağının freze ile işlenmesi	83
51	Kanal toprağının tesviye edilmesi	84
52	Kanal toprağının bastırılması	84
53	Kanal topraklarında darbeli penetrometre ile yapılan ölçmelerin sonuçları	85
54	Elektronik halkalı kesme test cihazı çalışma konumunda	86
55	Deneme I sonuçları ..Granül iriliği 1,5-3 mm	90
56	Deneme I sonuçları. Granül iriliği 3-6 mm	90
57	Deneme I sonuçları. Granül iriliği 6-11 mm	91
58	Deneme II sonuçları. Granül iriliği 1,5-3 mm	91
59	Deneme II sonuçları. Granül iriliği 3-6 mm	93
60	Deneme II sonuçları. Granül iriliği 6-11 mm	93
61	Deneme III sonuçları. Granül iriliği 1,5-3 mm	94
62	Deneme III sonuçları. Granül iriliği 3-6 mm	94
63	Deneme III sonuçları. Granül iriliği 6-11 mm.....	95
64	Deneme V sonuçları. Granül iriliği 1,5-3 mm	95
65	Deneme V sonuçları. Granül iriliği 3-6 mm.....	96
66	Deneme V sonuçları. Granül iriliği 6-11 mm	96

67	Yüksek toprak nem değerinde sıkıştırma basıncı ve granül iriliğine bağlı olarak elde edilen kuruma eğrileri	97
68	Düşük toprak nem değerinde sıkıştırma basıncı ve granül iriliğine bağlı olarak elde edilen kuruma eğrileri	99
69	Deneme I. granül iriliğinin çimlenmeye etkisi....	100
70	Deneme II. granül iriliğinin çimlenmeye etkisi...	101
71	Deneme III. granül iriliğinin çimlenmeye etkisi..	102
72	Deneme V. granül iriliğinin çimlenmeye etkisi ...	102
73	Deneme VII. basıncın yüzeyden ve ekim seviyesinden uygulanmasına göre, yüksek nem oranında granül iriliğinin kuruma değerine etkisi	104
74	Deneme VII. basıncın yüzeyden ve ekim seviyesinden uygulanmasına göre düşük nem oranında granülasyonun kohum yatağından nem kaybına etkisi...	104
75	Deneme VI. Toprak yüzeyinden 0,35 kp/cm ² sıkıştırma basıncının uygulandığı bölmelerde elde edilen kümülatif çimlenme eğrileri ve kaymak tabakası direnç değerleri	105
76	Deneme VI. 3-6 mm granül iriliğinde ve basıncın yüzeyden uygulandığı bölmede 9.gündeki çimlenme durumu	106
77	Deneme VI. 6-11 mm granül iriliğinde ve basıncın yüzeyden uygulandığı bölmede 9.günde çimlenme durumu	106
78	Deneme VI. 1,5-3 mm granül iriliğinde ve basıncın yüzeyden uygulandığı bölmede 9.günde çimlenme durumu	107
79	Deneme VI. Ekim seviyesinden 0,35 kp/cm ² sıkıştırma basıncının uygulandığı bölmelerde elde edilen kümülatif çimlenme eğrileri ve kaymak tabakası direnç değerleri	108
80	Deneme VI. 1,5-3 mm granül iriliğinde ve basıncın ekim derinliği seviyesinden uygulandığı bölmede 9.gündeki çimlenme durumu	109

<u>Şekil No.</u>	<u>Sayfa No.</u>
81	Deneme VI. 3-6 mm granül iriliğinde ve basıncın ekim seviyesinden uygulandığı bölmede 9.gündeki çimlenme durumu 109
82	Deneme VI. 6-11 mm granül iriliğinde ve basıncın ekim seviyesinden uygulandığı bölmede 9.gündeki çimlenme durumu110
83	Ossiloport kâğıdına kaydedilen kaymaktabakası direnç değerleri111
84	Balta tipi gömücü ayakta iş derinliğine bağlı olarak iki değişik toprakta çeki kuvveti değişimi116
85	Tek diskli gömücü ayakta iş derinliğine bağlı olarak iki değişik toprakta çeki kuvveti değişimi117
86	Balta tipi gömücü ayakta kanal A ve kanal B toprağında iş derinliğine bağlı olarak çeki kuvveti (P) ile çalışma hızı (V) arasındaki ilişki118
87	Tek diskli gömücü ayakta kanal A ve kanal B toprağında iş derinliğine bağlı olarak çeki kuvveti (P) ile çalışma hızı (V) arasındaki ilişki 119
88	Balta tipi gömücü ayakta üç değişik iş derinliği ve çalışma hızında elde edilen çizi profilleri119
89	Tek diskli gömücü ayakta üç değişik iş derinliği ve çalışma hızında elde edilen çizi profilleri120

C E T V E L L İ S T E S İ

<u>Cetvel No.</u>		<u>Sayfa No.</u>
1	Deneme topraklarının bünye analizi sonuçları.....	18
2	Deneme topraklarının konsistans sınırları	21
3	Deneme VII nin plânı	77
4	Pamuk tohum yatağı karakteristikleri	82
5	Deneme VII nin sonuçları	98
6	Kaymak tabakası kırılma modülü değerleri	110
7	Makina I ve Makina II ile yapılan ekimden sonra 12.günde elde edilen kümülatif çimlenme sayıları (bitki sayısı/80 m)	112
8	Birinci denemeye ait varyans analizi	112
9	Üç ayrı tohum yatağı hazırlama metodu ile altı blokta elde edilen çimlenme sayıları (bitki sayısı/80 m)	113
10	Üç ayrı tohum yatağı hazırlama metodu ile altı blokta elde edilen çimlenme değerlerine ait varyans analizi	113
11	Deneme bloklarında ölçülen toprak nem oranlarıyla burgulu kesme test aleti ve darbeli penetrometre ile yapılan ölçme sonuçları	115
12	Balta tipi gömücü ayakta çalışma hızı ve iş derinliğine göre kanal A ve kanal B topraklarında tespit edilen çeki kuvveti değerleri	115
13	Tek diskli gömücü ayakta çalışma hızı ve iş derinliğine göre kanal A ve kanal B topraklarında tespit edilen çeki kuvveti değerleri.....	116
14	Balta tipi ve tek diskli gömücü ayaklarda iş derinliği ve çalışma hızına bağlı olarak kumlu-tınlı toprakta çizi genişliği b nin değişimi(cm).120	
15	Balta tipi ve tek diskli gömücü ayakların iş derinliği (t) ve çalışma hızı (V) ye bağlı olarak hesaplanan örseleme katsayıları	121

1. G İ R İ Ő V E K O N U

İnsanların türlü ihtiyaçlarını karşılıyan pamuk, sentetik liflerin son yıllarda gittikçe artan rekabetine rağmen kendine özgü vasıfları dolayısıyla dünya ekonomisinde önemini halâ korumaktadır. Bugün, büyük bir hızla artan dünya nüfusunun ihtiyaçlarıyla ve bir çok ülkelerde yaşama standardının gün geçtikçe yükselmesiyle orantılı olarak pamuk tüketimi de durmadan artmaktadır.

Yakın zamanlarda kadar pamuk ihraç edip iplik ve pamuklu dokuma ithal eden memleketimiz, bugün hızla artan ve kalitesi yükselen pamuklarıyla ihtiyaç fazlasını yine ihraca devam etmekle beraber iplik ve pamuklu dokuma ithalatçısı olmaktan çıkmış, kendi iç piyasa ihtiyaçlarını karşıladıktan başka mamul ihracatçısı da olmuştur.

1968-1969 yıllarına göre Türkiye, dünya devletleri arasında pamuk ekim sahasında 713000 hektarla sekizinci, lif üretiminde 435000 tonla dokuzuncu durumdadır. Randıman ortalaması bakımından dekardan alınan 61,0 kp lif ile Türkiye, Birleşik Amerika randımanını (57,4 kp/da) da bir hayli aşmış bulunmaktadır (99,1970).

Üretimdeki artışa paralel olarak ihraç edilen pamuk miktarı ise 1961 yılından bu yana üretime nazaran çok daha belirli ve hızlı bir gelişme kaydetmiş bulunmaktadır. Halpten önceki yıllık pamuk ihracatımız 1965 yılına kadar 174000 tonu bularak, takriben 9 misli artmıştır. Bu artış nedeniyle pamuk,ütünün de önüne geçmiş ve memleketimiz için birinci derecede önemli döviz kaynağı durumuna gelmiş bulunmaktadır (57,1967).

Türkiye'de kullanılmakta olan pamuk ekim makinalarının sayısı da, üretim alanlarının artışına paralel olarak 1940 da sadece 830 iken, 1957 de 22620 ye fırlayarak 100'e karşı 2725 bir artış göstermiştir (95).

Memleketimiz ekonomisine büyük katkısı bulunan pamuk üretiminin çeşitli dönemlerinde ortaya çıkan problemlerin

gözümlemesi, bu arada tohum yatağı hazırlanması ve ekim makineleriyle ilgili problemlerin de ele alınması gerekmektedir.

Tohum yatağını hazırlama işlemleri, ekilmiş tohumların çimlenmesini ve genç bitkilerinin köklerinin büyümesini kolaylaştırmak amacıyla toprağın fiziksel durumunun ıslahı için yapılır. Tohum yatağının hazırlanması denince, sadece birkaç santimetrelik yüzey toprağının işlenmesi anlaşılmalıdır. Sürülmüş alt toprak tabakalarının durumu da çimlenme teşekkül ettikten sonra büyümeyi sağlayacak şekilde olmalıdır. Gerçekten, Slipher (10,1956), "tohum yatağı" yerine "kök yatağı" deyimini kullanmaktadır. Kök yatağı yalnızca çimlenmeye, sürmeye ve kök büyümesine değil, bitkinin gelişmesine de yardımcı olmalıdır. Tohum yatağı hazırlanması, birincil toprak işlemlerinden sonra yapılan kültürel bir işlem olarak dikkate alınır, tohum yatağı hazırlanmasının tarlanın pullukla sürümünden itibaren başladığı ve tohumun ekilmesiyle sona erdiği söylenebilir. Pullukla sürümden itibaren bitki tohumlarının ekilmesine kadar geçen zaman süresinde yapılan ikincil işlemler, tohum yatağının son durumunu tayin ederler. Yanlış bir sürüm sonucunda tohum yatağının hazırlanması için gerekli işlemler çoğalabilir. Bazı hallerde sürümde yapılan hataların sonradan ıslah edilmesi dahi mümkün olmayabilir. Sonbaharda tarlanın sürülmesi sırasında meydana gelen keseklerin, uzun bir kış süresi içinde gerek yağmur ve kar suları ve gerekse donların etkisi altında gevşeyip parçalanmalarının, tohum yatağı hazırlama bakımından avantaj sağladığı eskidenberi bilinmektedir.

Çeşitli bitki tohumları çimlenebilmeleri için değişik çevre şartlarına ihtiyaç gösterirler. Bowen (13,1966), bitkilere etki eden toplam çevre etmenlerini aşağıdaki üç ayrı gurupta incelemektedir :

a) Kimyasal çevre etmenleri : N,P,K, toprağın pH durumu ve toksik maddelerden serbestliği,

b) Biyolojik çevre etmenleri : Böcekler ve diğer toprak mikroorganizmaları gibi biyolojik zararlılar,

c) Fiziksel çevre etmenleri : Toprak sıcaklığı, toprak nemi, toprak havalanması ve toprak mekanik dirençleri. Işık ta bu etmenlere dahil edilmektedir.

Emniyetli bir çamlenme, sıhhatli bir büyüme ve fazla mahsul elde edebilmek için bütün bu çevre etmenlerinin kontrol altında bulundurulması gereklidir. Fiziksel çevre etmenlerinin uygun şekilde kontrolu, bugünkü ekim makinalarının dizaynında önemle ele alınmaktadır. Zamanımızda teknikte ileri gitmiş memleketlerde dört fiziksel çevre etmeninin, yani toprak sıcaklığı, toprak nemi, toprak havalanması ve toprak mekanik dirençlerinin bitki tohumlarının çimlenmesine ve sürmesine etkisini incelemek amacıyla yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu araştırmalar, çeşitli tohumların ekilmesinde faydalanılacak mekanik esasları ortaya koymaktadır. Gizli gerçeklerin ortaya çıkarılması için yapılan bu araştırmalar bir bakıma tabiatın esrarengiz lisanının öğrenilmesi anlamına gelmektedir. Dört fiziksel çevre etmeninin ifadesinde kullanılan fiziksel terimlerle, çevre şartlarındaki değişikliğe bağlı olarak bitkilerin gösterdikleri biyolojik reaksiyonlar da tabiatın esrarengiz lisanının ufak bir parçası sayılabilir.

Pamuk ekiminde uygulanacak mekanik esasların tespit edilmesinde, fiziksel çevre etmenlerinden bilhassa toprağın mekaniksel dirençlerinin ayrı bir önemi vardır. Por boşluklarının azalması ve volüm ağırlığının artması şeklinde tanımlanan toprak sıkışması sonucunda permeabilite azalmakta, ısı alışverişi değişmekte ve toprağın mekanik dirençleri artmaktadır (14,1961). Tanıma göre, por boşlukları ve volüm ağırlığı toprağın mekaniksel durumunu karakterize etmektedir. Ancak, bu tanım uygulamalı mekanik açısından doğru bulunmamaktadır. Bekker'e göre (14,1961),

"Bir kütlenin durumu, gerilim-deformasyon ilişkisi içinde düşünülmalıdır. Bununla beraber, bu mekaniksel ilişkiler verilen toprak şartlarında çimlenme yüzdesi ve bitki gelişmesiyle korelasyona sokulmalıdır". Gerçekten, fiziksel çevre şartları altında bitkinin büyüme kabiliyetinin bilinmesi yanında fiziksel dirençlerin bitkinin büyümesine ve enerji kaybına olan etkisinin de tespit edilmesi gerekmektedir. Kanaatimca, aşağıdaki fiziksel faktörlerin incelenmesi lüzumludur :

a) Gerilim-deformasyon ilişkisi olarak toprağın mekanik direnci,

b) Toprağın dahili geometrisinin (porozite, volüm ağırlığı, hidrolik kondüktivite ve granülasyon), kök, hava ve su hareketine elverişliliği,

c) Bitki kök ve sürgününün toprakta ilerleyebilmesi için gerekli basıncı meydana getirebilme yeteneği.

Bir tek kültürel tedbirin % 3-5 verim artışı sağlaması dahi küçümsenmeyecek bir başarı sayılmalıdır. Ekim mekaniği yönünden verimi arttırıcı çeşitli etmenlerin tatbikatta koordine bir şekilde kullanılmaları, bilgi kaynaklarının seferber edilmesi ve kibernetik bir yaklaşım izlenmesiyle daha kolaylıkla sağlanabilir. Gerçekten, eski bilimsel disiplinlerin sınırlarını aşarak onların içine giren yönetim ve organizasyon bilimi olan kibernetik sayesinde, komputeler kullanılmak suretiyle en kabiliyetli sevki idare elemanının yalnız başına vereceği kararlardan çok daha mükemmel kararlar alınabilmektedir. Beri taraftan fiziksel çevre etmenleriyle elektronik olarak çeşitli organları kontrol edilen ekim makinelerinin yapılması uzak bir ihtimal değildir. Gerçekten, şimdiden meydana getirilen tarla toprağının nemini ölçen reflaktometreler, toprağın sıcaklığını ölçen termistör, termokupl ve uzama telli elektronik ölçü aletleri, ileride meydana getirilecek ekim makinelerinin kontrol organları

olmağa namzettirler.

Bu araştırmanın gaye ve ödevi, kontrollu laboratuvar şartlarında toprak sıkışmasının, toprak granülüsyonunun ve toprağın kaymak kabakasının pamuk tohumlarının çimlenmesine olan etkilerini tesbit etmek, toprak sıkışması ve granül ölçülerinin toprağın 10^4 .K kuruma değerine olan etkisini bulmak ve pamuk ekim makinasının performansını ıslah etmek amacıyla makina komponentlerinin fonksiyonel istekleri üzerinde uygun bilgileri ortaya çıkarmaktır.

Ekimde uygulanması gereken mekanik esasları inceleyebilmek için toprak ile bitki ve toprakla makina arasındaki ilişkilerin ancak kontrollu şartlar altında tesbit edilebileceği düşüncesinden hareket edilerek E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsünde havanın sıcaklık ve nisbi neminin otomatik olarak kontrol edildiği bir klima odası meydana getirilmiştir. Mevcut pamuk ekim makinalarının ıslah edilebilmesi amacıyla, pamuk ekiminin mekanik esasları hakkında bilinmesi gereken temel doneleri ortaya koymak için klima odasında yapılan bu çalışmada, ekim mekaniği ile ilgili aşağıdaki etmenlerin incelenmesi öngörülmüştür :

Pamuk ekim makinasının baskı tekerleğinin fonksiyonu ile dizayn esaslarının ortaya konulması amacıyla, granül ilişkileri değişik üç ayrı toprakta toprağın sıkışma durumunun çimlenmeye ve nem kaybına olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca üç değişik toprak sıkıştırma basıncında, toprak granülasyon durumunun çimlenmeye ve nem kaybına olan etkileri de tespit edilmiştir. Elde edilen bilgiler, gerek tohum yatağı hazırlama alet ve makinalarının toprakta en uygun granülasyon meydana getirebilme ve granüllerin gereği gibi tabakalaşmasını sağlama yetenekleri üzerinde yapılacak çalışmalarda ve gerekse minimum toprak işlemenin gerçekleşmesine yardımcı olması bakımından ekim makinalarında yapılması gereken yeniliklerin tespitinde faydalı olabilecektir.

Diğer taraftan, klima odasında yapılan çalışmalarda, Söke'den getirilen killi-milli pamuk toprağında ekimden sonra yağmur yağmasıyla meydana gelen kaymak tabakasının pamuk tohumu çimlenmesine olan etkisi de incelenmiştir. Bazı yıllarda çiftçiye ekilmiş tarlayı üç defa üstüste bozdurmak zorunda bıraktıran kaymak tabakasının çeşitli problemleri incelenerek, alınması gereken kültürel tedbirler üzerinde de durulmuştur.

Pamuk ekim makinalarının ekici organları üzerinde yapılan araştırmalarda ise, kürsümüzde mevcut iki adet toprak kanalından faydalanılmıştır. Kanalda yapılan çalışmalara ek olarak, yazar tarafından ekim makinasına ilâve edilen özel bir paralelogram sistemi ve ayrı bir baskı tekerleği ile ekim tekniğinin çimlenmeye etkisini inceleyebilmek için, E.Ü.Z.F.Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde de denemeler yapılmıştır.

Bu eserde önce, ekimde mekanik esaslar ve ekici organlar üzerinde yapılmış olan araştırmalara ait literatür gözden geçirildikten sonra, materyal ve metod bölümünde yetiştirme sandıkları ve kanaldaki toprak özellikleri, kullanılan ölçü ve deneme aletleri ve problemlerin incelenmesinde faydalanılan metodlar açıklanmıştır. Denemelerin tertiplenmesi bölümünde laboratuvar araştırmalarının yapıldığı klima odası, yetiştirme sandıkları, toprak kanalı, çeki düzeni, yetiştirme sandıkları ve kanaldaki toprakların hazırlanışı ve kontrolü anlatıldıktan sonra klima odasında, toprak kanalında ve E.Ü.Z.F.Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yapılan denemeler tanıtılmıştır. Bundan sonra, elde edilen sonuçlar verilerek bunların münakaşası yapılmış, son kısımda ise araştırmanın kısa bir özeti verilmiştir. Araştırma sonuçlarını mümkün olduğu kadar açık bir şekilde anlatabilmek için bu çalışmaya birçok grafik, orijinal resim, kroki ve fotoğraflar konulmuştur. Metin arasına konulmuş olan parantez içindeki rakamlardan birincisi, faydalanılan eserin literatür listesindeki sıra numarasını, ikincisi yayın yılını göstermektedir.

2. L İ T E R A T Ü R B İ L D İ R İ Ő L E R İ

Ekim mekaniği, çeşitli ekici organlar ve ekim tekniği konularında memleketimizde yayınlanmış literatür pek azdır. Akyurt ve Taub (1,1966), Şeker pancarı tohumlarının hassas olarak ekimine etki eden mekanik faktörler üzerinde durmuşlardır. Ancak, bu konularda dıŐarıda yayınlanmış yabancı literatür epeyce fazladır.

"ASAE-SSSA Soil Compaction Committee" nin müŐterek tebliğinde (59,1958), toprak sıkıştırma problemleriyle yakından ilgili olarak toprak nemi, toprak suyu, toprak basıncı, toprağın dahili geometrisi (porozite, volüm ağırlığı, por ölçülerinin dağılımlı, hava permeabilitesi, hiğrolik kondüktivite, infiltrasyon oranı ve granülasyon) ve toprağın mekaniksel dirençlerine etki eden terimler tanımlanmakta ve en yeni ölçme metodları hakkında literatür verilmektedir. Soehne (90,1958), toprağın statik ve dinamik olarak sıkıŐtırılmasına değinerek, toprak sıkışmasının uygulanan basıncın logaritmasıyla ve plastik akıŐın da toprak nem oranıyla arttığını belirtmektedir. Cooper ve Nichols (22,1959), bitki büyümesine etki eden bazı fiziksel özellikleri, toprağa uygulanan kuvvetlerin tabiatlarını, toprak içindeki basınç dağılımlarının ölçülmesini ve sıkıştırma basıncının toprağın volüm ağırlığına olan etkisini incelemişlerdir.

Gill (35,1960), Amerikan Ziraat Mühendisleri Denneği (ASAE) nin yıllık toplantısına sunduğu tebliğe, toprak sıkışması nedeniyle tohum yatağı ve kök bölgesinde meydana gelen fiziksel dirençlerin bitki çimlenmesi ve büyümesine olan etkisi üzerine yapılmış araştırmaların genel bir özetini vermekte, henüz ekim makinalarının dizaynında bu çeşit bilgilerin koordine bir Şekilde kullanılmadığına değinerek, bu alanda gelecekte yapılması gereken araştırma konularını belirtmektedir,

Diğer bir eserinde ise yine Gill (38,1959), sıkıştırmanın toprağa ve bitki büyümesine olan etkileri üzerinde durmakta ve toprağın su ve hava rejimleri dikkate alınmadan mekaniksel olarak penetrometre ile ölçülen toprak direncinin, bitki köklerine karşı gelen gerçek toprak direncini ifade edemeyeceğini belirtmektedir. Vomocil ve Flocker (100,1961) ise, toprak suyu ve havasının toprakta depolanması ve hareketi üzerine toprak sıkışmasının etkilerini incelemişlerdir.

Bowen (11,1960), üç değişik toprak nemi ve toprak sıkıştırma basıncında toprak nemi ile fiziksel direnç ve toprak nemi ile hava permeabilitesi arasındaki ilişkilerden başka, ekimden sonra geçen günlere göre fiziksel dirençlerin değişimini de incelemiştir. Yapmış olduğu denemelerde, tohum yatağındaki sıcaklıklar 16 adet bakır-konstantan termokupl ile, toprağın havalanma durumu permeametre ile, fiziksel dirençler ise ekim derinliği seviyesine yerleştirilen lastik balonun basıncını ölçen manometrelerle tesbit edilmiştir. Deneme sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

- a) Ekim sırasındaki toprak nemi fazla iken, ekimden sonra ölçülen hava permeabilitesi artmaktadır.
- b) Toprak sıkıştırma basıncı artarken hava permeabilitesi azalmaktadır.
- c) Ekim kuruya yapılmışsa toprağın hava permeabilitesi fazla değişmemektedir.
- ç) Fiziksel dirençler zamana ve kurumaya bağlı olarak genellikle artmaktadır.
- d) Ekim sırasındaki nem miktarı arttıkça fiziksel direnç değerleri de artmaktadır.
- e) Yüzey sıkıştırma basıncının artmasıyla birlikte fiziksel dirençler artmaktadır.
- f) Ekimden sonra 10^{-8} cm² den daha az hava permeabilitesinde yağmurlu günlerde havalandırma problemi ortaya çıkmaktadır.

Yine Bowen (13,1966), yukarıda anlatılan denemenin

özetini verdikten sonra, bu çalışmanın ışığı altında ekim makinasında bulunması gereken teknik özellikler hakkında önerilerde bulunmaktadır.

Şeker pancarı, fasulye ve mısırın çimlenmesi üzerine toprak basıncının etkisi Stout ve arkadaşları (89,1961) tarafından incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

Uygun toprak neminde hızla ve yüksek çimlenme 1/2 psi'de meydana geldiği halde, toprak nemi minimum seviyede olup ta alttan kapillarite ile su temini mümkün olduğu takdirde hızlı ve yüksek çimlenme 10 psi'de meydana gelmektedir. Alttan su temini mümkün değilse, toprak sıkışması çimlenmeye fazla etki etmemektedir. Tohumun ekim derinliği seviyesinde 5 psi basınçla bastırılmasından sonra üzerinin kabarık toprakla kapatılması halinde fasulye hariç şeker pancarı ve mısırdaki yüksek çimlenme yüzdesi elde edilmiştir.

Bowen ve Goble (15,1967), çevre şartlarının çimlenme ve sürmeye olan etkilerini incelemişlerdir. Yazarlara göre, toprak işleme ve ekim işlemlerinin bilinçli olarak yapılabilmesi için tohum yatağının çevre şartlarının incelenmesi ve sonuçların bir metod dahilinde bir araya getirilerek kullanılması gerekir.

Camp ve Lund (20,1968), penetrasyon direnciyle toprağın volüm ağırlığı veya nem miktarı arasındaki ilişkiden başka toprağın mekanik direncinin pamuk kökünün büyümesine olan etkisini de tespit etmişlerdir. Henry ve Mc Kibben (45,1967) ile Abdalla ve arkadaşları (5,1969), da kök büyümesinin mekanizmasını incelemişlerdir.

Şüphesiz, toprağın işlenmesi veya bastırılması ile toprağın hava ve su rejimi de değişmektedir. Yapılmış araştırmaların ışığı altında Taylor (97,1967), toprakta mevcut oksijen, karbondioksit ve amonyakın yüzde miktarları, toprak sıcaklığı, nem miktarı ve toprağın kimyasal bünyesi gibi faktörlerin kök büyümesine olan etkilerini analiz etmiştir.

Ekimden önceki toprak sıcaklığının pamuk tohumlarının çimlenmesine olan etkileri ise Holecamp ve arkadaşları (44,1966) tarafından incelenmiştir. Bu araştırmaya göre, 8" derinlikte 10 günlük ortalama sıcaklık 55°F in altında olduğu zaman çimlenme nin tamamlanması 15 günden fazla zaman almaktadır. Ekimden önceki ortalama toprak sıcaklığı (8" de) 60°F 'a yükseldiği zaman çimlenme hemen hemen 9 günde olmakta, sıcaklık 70°F 'a yükselince çimlenme zamanı takriben 6 güne inmektedir. Bu denemeler ayrıca, 66°F 'a kadar (8" de) her 1°F toprak sıcaklığı artışında çimlenmenin % 1,7 yükseldiğini de göstermiştir. Bu duruma göre, pamuk ekim zamanının tayininde toprağın tavi yanında sıcaklığı da dikkate alınırca daha erken ekim yapmak mümkün olabilir.

Toprağın fiziksel dirençlerinin etkisi altında, bitkinin büyüme yeteneğini tespit etmek amacıyla yapılan bazı çalışmalarda ise bitki sürgünü yerine mekanik modeller kullanılmıştır. Morton ve Buchele (76,1960), maksimum çimlenme ve büyüme için gerekli tohum yatağı şartlarını tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada, toprakta ilerleyen bitki sürgünü yerine 0,078", 0,106" ve 0,274" çaplarında çubuklar kullanarak, bunların 3" derinlikten toprak yüzeyine belli bir hızla itilirlerken meydana getirdikleri dirençleri derinliğe bağlı olarak elektronik yazıcı ile kaydetmişlerdir. Araştırma sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

a) Mekaniksel sürmede harcanan enerji, toprak sıkıştırma basıncıyla ve toprak yüzeyinin kurumasiyla orantılı olarak artmıştır.

b) Deneme çubuğunun toprakta ilerlemesi için gerekli enerji çubuk çapıyla orantılı olarak artmıştır.

c) Mekaniksel sürme enerjisi, yüzeyde kurumakta olan toprakta hiç kurumayan (kuruması önlenmiş) topraktakine nazaran daha fazla olmuştur.

ç) Sıkıştırma basıncının toprak yüzeyinden 1" aşağıdan tatbik edilmesi halinde, çubuğun toprak yüzeyine çıkması halinde ölçülen sürme kuvveti daha az olmuştur.

Buchele ve Sheikh (12,1967), ince bir çubuğun 2" derinlikten yukarıya doğru toprak içerisinde itilmesi sırasında karşılaştığı toprak direncini derinliğe bağlı olarak elektronik kaydedicide kaydetmişler ve bu şekilde buldukları direnç değerini toprağın ϕ ve C değerleri ile toprak-metal arasındaki sürtünme katsayısından faydalanılarak hesap yoluyla bulunan değerle mukayese etmişlerdir.

Yukarıda izah edilen son iki araştırma bitki dikkate alınmadan mekaniksel sürmenin analizi için yapılmış araştırmalardır. Pfeffer (43,1955) ve Bekker'in (14,1961) de değindiği gibi, mekaniksel sürme ile bitkisel sürme tabiat itibariyle birbirine benzemesine rağmen, bitki hayat kudreti bulunması nedeniyle ölçme neticeleri birbirine uymayabilir. Gerçekten, bitki kökleri veya sürgünler toprak direncinin daha az olduğu yerlere yönelmek, toprak porlarından faydalanmak kabiliyetindedirler. Bunlardan ayrı olarak toprakta mevcut fiziksel şartlar da bitkinin gelişmesine etki etmektedir. Bununla beraber, çimlenmenin mekanizmasını kavrayabilmek için mekaniksel sürmenin incelenmesi çok kıymetli bilgiler elde edilmesine yardımcı olmaktadır.

Ekim mekanizmasıyla ilgili olarak Garner ve Bowen (37,1966), pamuk tohumunda çimlenme olayını üç yönden incelemişlerdir :

- a) Çimlenmiş tohumlarda büyüme bölgeleri,
- b) Çimlenmenin gelişimi,
- c) Çimlenme kuvveti.

Bu denemede belli çevre şartları altında iki pamuk tohumunda 203 ve 211 gram maksimum çimlenme kuvveti tespit edilmiştir.

Pamuk tohumunun çimlenmesine tohum yatağının üst tabakasının fiziksel direncinin de büyük etkisi vardır. Gerek tabii yağmur ve gerekse sulama nedeniyle toprak yüzeyinde meydana gelen kaymak tabakası, bazı hallerde pamuk ekilen bölgelerimizde de görüldüğü gibi, pamuk tohumunun çimlenip yüze çıkmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle, kaymak tabakasının tabiatını ve bitki

tohumlarının çimlenmesine etkisini inceleyebilmek için çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

Kaymak tabakasının fiziksel direncini tespit etmek amacıyla Carnes(21,1934),yedi ayrı toprakta değişik yağmurlama dozlarında yaptığı denemelerde şu sonuçları elde etmiştir:

a) Kaymak tabakasının direnci yağmurlama miktarıyla orantılı olarak artmıştır.

b) Kuruma zamanı uzayınca kaymak tabakasının direnci az da **olse** artmıştır.

c) Toprağın kimyasal yapısı kaymak tabakasının direncine etki etmiştir.

ç) Tohumun toprağa bastırılması,toprak neminin tohuma erişmesini kolaylaştırdığı gibi, sürmekte olan bitkinin kaymak tabakasını kırmasına yardımcı olacak sağlam bir zemin de temin etmiştir.

Richard(83,1953),kaymak tabakasının direncini ölçmek amacıyla meydana getirdiği düzenle yaptığı denemelerde,kabili mübadele sodyum yüzdesine bağlı olarak kaymak tabakasının kırılma modülü değerlerini tespit etmiştir.

Toprak yüzeyinde meydana gelen kaymak tabakasının bitki tohumlarının çimlenmesine etkisi, genellikle kaymak tabakasının direncinden doğmaktaysa da, tohumların havasızlıktan boğulma olayı da bazı durumlarda kendini göstermektedir. Bu bakımdan Grover (36,1955),kaymak tabakası gibi ince yüzey toprak tabakalarının hava permeabilitesini ölçebilecek basit ve kullanışlı bir hava permeametrosu meydana getirmiştir.

Mantel(77,1966),yapmış olduğu denemelerde,yüksek agregat stabilitesine sahip killi toprakta su tatbik değerinin toprak strüktürüne etkisini inceleyerek, su tatbik değerinin artmasıyla hava permeabilitesinin azaldığını, yağmurlama şeklinde verilen suyun yağış intensitesinin (mm/h) artmasıyla kaymak tabakası direncinin belirli bir noktaya kadar lineer olarak arttığını,ancak, bu noktadan sonra artışın lineer özelliği kay-

Ekimden önce tohum yatağındaki nem miktarının çimlenmeye etkisi büyüktür. Gerek ekimden evvel ve gerekse ekim sırasında tohum yatağındaki nemin muhafazasını sağlayacak tedbirlerin araştırılması gerekmektedir. Toprak sıkıştırma basıncıyla beraber toprak granüllerinin büyüklüğü de şüphesiz tohum yatağındaki nemin muhafazasına etkili olan faktörlerdendir. Johnson ve Buchele (61,1961) ile Johnson ve Henry (60,1964) tarafından değişik granül iniliklerinin üst toprak katındaki toprağın kuruma miktarına olan etkileri Newton'un kuruma denkleminde faydalanılarak incelenmiştir.

Hagin'in (47,1952), bildirdiğine göre granüler olmayan toprakta kök ve toprak mikroorganizmalarının oksijen alımı azalmakta, oksijen alımının azalması ise köklerin besin elementlerini absorbe edebilme yeteneğini düşürmektedir. Bu nedenle, meydana getirilen strüktürel değişikliklerin gübre denemelerinin sonuçlarına etki edebileceği de belirtilmektedir.

Pamuk tohum yatağının hangi ölçüdeki granüler toprağı ihtiva etmesi gerektiğini bulmak amacıyla yaptığı çalışmanın sonucunda Yoder (103,1937), 1/8" - 1/4" granül büyüklüklerinde çimlenme ve büyümenin en iyi olduğunu bulmuştur. Fritsch (30,1963) de bilhassa humid bölgelerde, kaymak tabakasının granüle olmayan topraklarda çimlenmeye daha etkili olduğuna değinerek, şeker pancarı tohumunun ekiminde üzerinin gevşek ve orta inilikte bir toprakla kapatılması gerektiğini bildirmektedir.

Çeşitli ikincil toprak işleme aletlerinin toprak granülü ve granül tabakalaşması meydana getirebilme yetenekleri üzerinde de çalışmalar yapılmıştır. Bu cümleden olmak üzere Winkelbleche ve Johnson (104,1964) tarafından tohum yatağı hazırlanmasında kullanılan ikinci toprak işleme aletlerinin toprak cinsi, toprak nemi ve granül ölçülerine bağlı olarak granül tabakalaşması meydana getirebilme yetenekleri incelenmiştir.

Gill (39,1967), toprak-makina ilişkilerinin bilinmesinin toprak işleme tekniğini geliştirmedeki rolü üzerinde durduktan

sonra, Johnson tarafından tohum yatağının hazırlanmasında kullanılmak üzere meydana getirilen ve kaba granülasyonundaki toprağı üste, granüle olmayan toprağı alta bırakan toprak eleme ve taşıma düzenini kanıtlamaktadır.

Hubbel ve Staten (55,1951), yayınladıkları teknik bülteninde, toprak granülü teşekkülüne mekaniksel işlemlerin, toprağın kimyasal yapısı ile organik madde miktarının, havalanma durumunun, nem oranı ve sıcaklığının yaptığı etkileri incelemekte-dirler.

Bölgesel tohum yatağı hazırlama metodu, tohum yatağının hazırlanması için gerekli işlemleri asgariye indirmesi bakımından önemlidir. Tohumların hassas olarak tohum yatağına bırakılması, toprağın gereği gibi ufalanmış olmasına bağlıdır. Frost (31,1966), asıl tohum yatağının dışında olan tohum sıra aralıklarını ve kök bölgesini tohum yatağı hazırlanması sırasında aynı işleme tâbi tutmanın gereksizliğinden hareket ederek, ekimden önce 1" derinlikte ve dar bir şerit halinde tohum yatağının işlenmesinin amacı karşıladığını belirtmektedir.

Rüzgâr erozyonunu önleme bakımından, toprak işleme vasıtalarının toprağı fazla ufalamaması gerekmektedir. Tohum yatağının hazırlanmasında bu husus ta öncelikle düşünölmelidir. Lyles ve Woodruff (73,1962), toprağın 0,84 mm den daha iri gränüllerden teşekkül etmesi halinde, rüzgâr erozyonunun zararlı etkisinin asgariye indiğini bildirmektedirler. Makalede ayrıca, çeşitli toprak işleme aletlerinin rüzgân erozyonunun kontroluna olan etkileri de incelenmektedir.

Ekim makinaları üzerinde yapılmış olan mühendislik araştırmaları daha ziyade ekici organlar üzerine yönelmiştir. Ekici organlardan olan baskı tekerleklerinin altında meydana gelen toprak sıkışma basıncının hesaplanmasında kullanılan Fröhlich denklemindeki $\sqrt{}$ konsantrasyon faktörünün çeşitli topraklardaki değerini bulmak amacıyla Bekker (16,1959), uzama telli

elektronik basınç ölçme kutularından faydalanmıştır. ASAE S 223 (3,1966) ve ASAE S224 (4,1966) standartlarında ekim makinelerinin baskı tekerleklerinin dimenzionları verilmektedir. Albernathy ve Porterfield (2,1967) tarafından çeşitli gömücü ayak ve çizi kapatıcı modellerinin tohum yatağındaki toprağın volüm ağırlığına olan etkileri gamma radyasyon tekniğinden faydalanılarak incelenmiştir.

Gerek tarlanın düz olamaması ve gerekse pamuk tohumunun listerle ekiminde tohumun istenilen derinliğe üniform olarak yerleştirilememesi nedeniyle ekimde meydana gelen aksaklıkları giderebilmek amacıyla Wanjura ve arkadaşları (105,1964), tohumları üniform derinlikte toprağa bırakabilen hassas ekim makinası meydana getirmişlerdir. Wilkes ve Hobgood (107,1969) da ekim sırasında tohum yatağının mümkün olduğu kadar az karıştırılması ve tohumların üniform bir ekim derinliğinde toprağa yerleştirilmesi gereğine değinerek bu amaçla meydana getirilmiş olan ekim makinasının klasik ekim makinasına göre avantajlarını tarla denemelerinden faydalanarak açıklamaktadırlar.

Literatürde, ekici ayaklar üzerinde kuvvet ölçmeleri çalışmalarına rastlanamamıştır. Yalnız Agricultural Engineering Yearbook'ta (9,1966), pamuk ekim makinasının her bir ayağına düşen çeki kuvveti değerleri verilmektedir. Diğer taraftan Mutaf ve Sungur (75,1971), Ege Bölgesinde kullanılan bazı tarım alet ve makineleri meyanında ekim makinelerinin de çeki kuvveti ve çeki gücü ihtiyaçlarını tespit etmişlerdir.

Clark (19,1967), günümüzde pamuk tohumunun hızlı ve üniform çimlenmesinin pamuk üreticisi için önemli bir problem olduğuna değinerek, gömücü ayağın derinliği ile baskı tekerleği basıncının toprak nemine bağlı olarak sürekli bir sinyalle kontrol edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Söz konusu eserde, gypsum bloklarının toprak nemini tarla boyunca sürekli olarak veremeyeceği

düşüncesinden hareketle Clark, toprak nemine bağlı olarak toprağın ışığı yansıtma kabiliyetinin değişmesinden faydalanılarak yapılmış reflektometre cihazını tanıtmakta ve bu cihazın nem ölçme yeteneğini etüd etmektedir.

3. M A T E R Y A L

3.1 Deneme Toprakları.

Söke ovasının önemli bir pamuk yetiştirme alanı olduğu göz önünde bulundurularak klima odasında ekim mekaniği ile ilgili çalışmalarda Söke ovasının Sarıkemer Ayvaz bölgesinde bulunan Hüseyin Muslu'nun çiftliğinden getirilen pamuk toprağı kullanılmıştır.

Balta tipi ve tek diskli gömücü ayakların değişik ilerleme hızına, iş derinliğine ve toprak sıkışma basıncına bağlı olarak kuvvet ölçmelerinin yapılmasında ve çizi profillerinin çıkarılmasında kürsümüzde mevcut iki adet toprak kanalından faydalanılmıştır. A kanalına, fakültemizin araştırma ve üretme alanındaki toprağı temsil eden kumlu-killi-tınlı toprak doldurulmuş, B kanalı ise bölgenin en çok pamuk ziraatı yapılan Aydın, Söke, Menemen, Ödemiş çevrelerindeki alüvyül toprakları temsil eden kumlu-tınlı bir toprakla doldurulmuştur. Bu toprak İzmir'e 50 km uzaklıkta ve sağlık istasyonu yakınından geçen Küçük Menderes nehrinin kenarından alınarak getirilmiştir (66,1967). Bu iki değişik toprağın farklı fiziksel ve mekanik şartları altında denen aletlerin konstrüktif ve işletme özellikleri arasındaki ilişkileri mukayeseli olarak incelemek mümkün olmuştur. Araştırma konusu ile ilgili tarla denemeleri de E.Ü.Ziraat Fakültesinin Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yapılmıştır.

3.11 Deneme Topraklarının Özellikleri

3.111 Bünye Analizi

Deneme topraklarının kum-kil ve mil fraksiyonları hidrometre metodu ile (10,1956) E.Ü.Z.F. Bitki Besleme Kürsüsü laboratuvarlarında tespit edildi. Hidrometre metoduna göre elde edilen % kum, kil ve mil değerleri üçgen bünye klasifikasyon grafiğine (56,1957) uygulanmaksuretiyle toprakların bünyeleri tespit

edilmiştir. Deneme topraklarının bünye analiz sonuçları cetvel 1 de verilmiştir.

Cetvel 1. Deneme topraklarının bünye analizi sonuçları

Deneme toprakları	Kum %	Kil %	Mil %	Bünye
Kanal A toprağı	53,20	21,16	25,64	Kumlu-killi-tın
Kanal B toprağı	57,20	9,16	33,64	Kumlu-tın
Söke toprağı	18,04	32,16	49,80	Milli-killi-tın
Menemen uygulama Çiftliği toprağı	19,04	18,16	62,80	Milli-tın

3.112 Tarla Kapasiteleri

Deneme topraklarının tarla kapasiteleri, bu toprakların rutubet ekivalan değerlerinden faydalanılarak bulundu. Toprakların rutubet ekivalanları Menemen Sulu Ziraat Araştırma Enstitüsü Toprak Laboratuvarında İnternational Centrifuge M.E.Serial No.12436 H aletini kullanarak santrifüj metodu (102,1931) ile tayin edildi.

Laboratuvarda saptanan rutubet ekivalan değerlerinden (P_{mc}) tarla kapasitesine (P_{fc}) şu formülle geçildi (94,1960) :

$$P_{fc} = 0,865 P_{mc} + 2,62$$

Tarla kapasitesi değerleri kanal A toprağında % 19,42, kanal B toprağında % 15,52, Söke toprağında % 34 olarak bulunmuştur.

3.112 Konsistans Sınırları

Toprak-su sistemi içinde toprağın konsantrasyonu ağır basarak kütlenin serbest akışı azaldığında kohezyon ve adezyon kuvvetleri etkilerini gösterirler. Bu durumda toprak belirli bir konsistansa sahip olur. Toprak konsistansı genellikle değişik nem oranlarında, toprağın adhezyon ve kohezyon kuvvetlerinin etki derecesini belirtmek için kullanılan bir deyimdir. Bu tanım sıkışmaya ve kesilmeye karşı toprağın direncini, gevrekliğini,

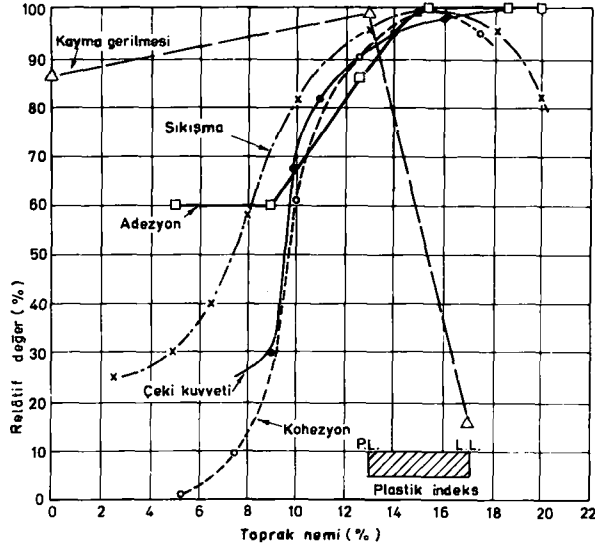
plastisitesini ve yapışkanlığını da içine alır. 1920 senesinden bu yana çeşitli maddelerin elastik, plastik ve viskoz akışlarıyla deformasyon durumları sistematik olarak fiziğin yeni bir dalı olan "Rheology" bilimi içinde incelenmektedir.

Tarla gözlemleri ve denemeler, toprak konsistansının, yani şekil değiştirme sınırlarının tekstür, organik madde, kolloid maddelerin bünyesi ve miktarı ve bilhassa toprak nemi ile değiştiğini göstermiştir.

Düşük nem değerine sahip bir toprak sert ve kohezivdir. Bu durumda toprak işlenirse tezekler meydana gelir. Toprak neminin artmasına paralel olarak su molekülleri, toprak partikülleri tarafından absorbe edilir, koherens düşer, toprak kütesine gevreklik gelir. Gevreklik konsistansındaki toprağın nem durumu (plastik limit), optimal toprak işlemeyi mümkün kılar. Topraktaki su miktarı artmaya devam ederse toprak yapışkan ve plastik olmaya başlar ve belli nem değerlerinde (plastik likit-limit arası) toprak alete sıvazlanır.

Toprak konsistansı ile kayma gerilmesi, sıkışma, adhezyon, kohezyon ve çeki kuvveti gibi toprak işlemeyle ilgili olan dinamik faktörler arasındaki ilişki Şekil 1 de görülmektedir (10,1956).

Plastik topraklarda kayma gerilmesi maksimum değerini plastik limit (P.L.) civarında almakta ve likit limit (L.L.) değerinde ise çok azalmaktadır. Bunun nedeni, maksimum film gerilimi ve maksimum kohezyonu plastik limit civarında meydana gelmesidir. Daha yüksek nem değerindeki kohezyon kuvveti azaldığından, akış kolaylıkla oluşmaktadır. Metalle toprak arasındaki maksimum sürtünme katsayısı likit limit civarında meydana gelmektedir. Toprakta çalışan aletlere karşı toprakta teşekkül eden direnç kuvveti maksimum değerini plastik limit ile likit limit arasında almaktadır. Toprak işleme aletlerine karşı toprakta meydana gelen dirence etki eden belli başlı faktörün kohezyon ve adhezyon olduğu düşünülürse, maksimum direncin neden plastik indeks aralığında



Şekil 1. Toprak konsistansı ile toprağın dinamik faktörleri arasındaki ilişki (Baver'den). Dinamik faktörlerin herbirinin maksimum değeri 100 olarak alınmıştır.

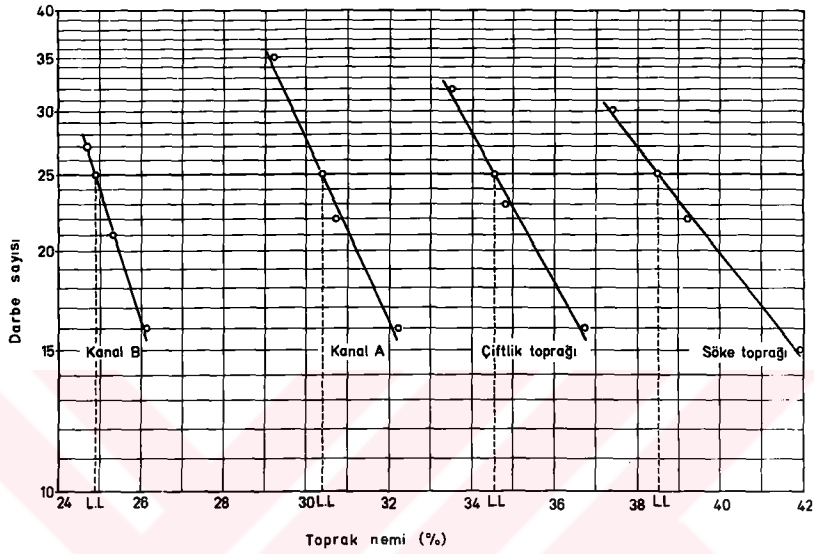
meydana geldiği ortaya çıkar. Çeki kuvveti eğrisinin Şekil 1 de görüldüğü gibi plastik limit altındaki değişiminin incelenmesinden, toprağın niçin plastik limitin altındaki bir toprak neminde işlenmesi gerektiği daha iyi anlaşılır.

Yukarıdaki nedenlerle değişik topraklar için toprak işleme aletlerinin dizaynında ve toprak işleme zamanının tesbit edilmesinde toprak konsistansı ile toprağın dinamik faktörleri arasındaki ilişkilerin bilinmesinin önemi vardır.

Denemelerde kullanılan toprakların konsistans sınırlarının tespiti Atterberg metoduna (74,1960) göre Karayolları 2.Bölge Müdürlüğü toprak laboratuvarlarında yapıldı.

Plastik limit tayini için 40 numaralı elekten geçen hava kurusu toprak bir porselen kaptaki saf su ile katı plastik kıvamda yoğuruldu. Yoğurulan bu numune düz pencere camı üzerinde el ayası ile yuvarlanarak takriben 3 mm (1/8)" çapında silindirler haline getirildi. Yuvarlanma işlemine bu silindirler koymaya başlayınca kadar devam edildi. Bu işlem sonucunda elde edilen ufalanmış toprakta nem tayini yapılarak plastik limit bulundu.

Deneme topraklarının likit limitleri de aynı laboratuvarında Casagrande aleti ile (74,1960) tayin edildi. Dört ayrı deneme toprağı için elde edilen sonuçlar Şekil 2 de gösterilmiştir.



Şekil 2. Deneme topraklarının akış eğrileri ve likit limit değerleri (original).

Yukarıda belirtilen metodlarla deneme topraklarında tespit edilen likit limit ve plastik limit değerleriyle bu değerlere göre hesap yolu ile bulunan plastik indeks değerleri cetvel 2 de verilmiştir.

Cetvel 2. Deneme topraklarının konsistans sınırları

Deneme toprağı	Likit limit %	Plastik limit %	Plastik indeks %
Kanal A	30,3	16,3	14
Kanal B	24,9	20,5	4,4
Çiftlik toprağı	34,5	25,4	9,1
Söke toprağı	38,4	21,8	16,6

3.2 Araştırmada Kullanılan Alet ve Makinalar

3.2.1 Gömücü ayaklar

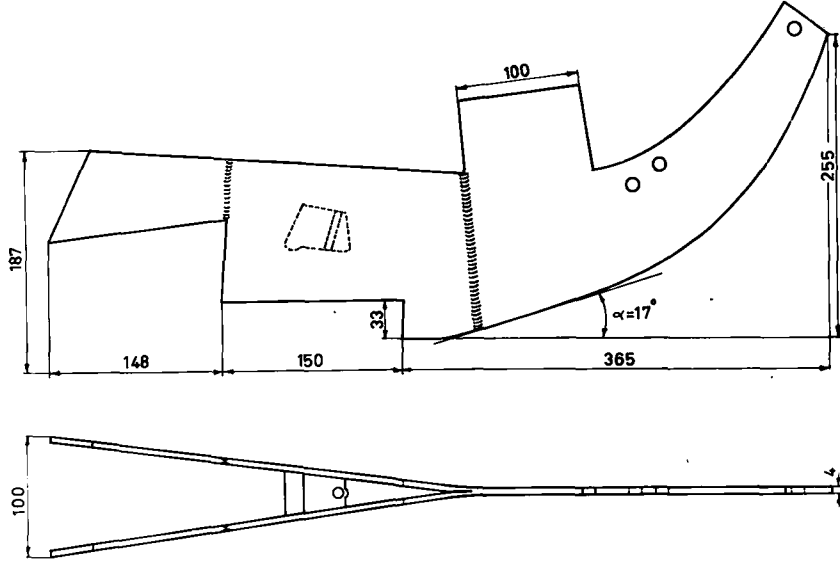
Çizilerin meydana geliş tarzı ve tohumların gömücü ayaktan toprağa ulaştırılma şekli, açılan çizilerin içinde tohumların dizilişine ve ekim derinliğine etki etmektedir. Gömücü ayakların görevi, toprakta belirli derinlik ve genişlikte çizi açmak ve tohumları uygun aralıklarla yeknesak bir derinlikte bu çizi içine yerleştirmektir. Günümüzde bu işi en iyi şekilde başarabilecek gömücü ayakların imaline çalışılmaktadır.

Memleketimizde imal edilmekte olan pamuk ekim makinalarında, keskin kenarı kızak tabanı şeklinde olan balta tip gömücü ayaklarla tek diskli gömücü ayaklar kullanılmaktadır. Ege bölgesinde pamuk ekimine elverişli olan alüvyal topraklarda genellikle balta tipi gömücü ayaklara sahip ekim makinalarıyla ekim yapılmaktadır. Alüvyal topraklarda tohum yatağı iyi bir şekilde hazırlanabildiğinden kesek, taş ve çerçöpün az olduğu bu tip topraklarda, balta gömücü ayağın açmış olduğu çizilere tohumlar gereği gibi yerleştirilebilmektedir. Tek diskli gömücü ayaklar ise toprağın ekim anındaki durumuna daha az hassasiyet gösterdiğinden, balta ayakların başarı ile kullanılamadığı ağır ve nemli topraklarda tercih edilmektedir.

İmalathanelerimiz Massey Harris ve Oliver tipi yabancı menşeli pamuk ekim makinalarını örnek almışlardır. Araştırma konusu olarak denemeye alınan tek diskli ve balta tipi gömücü ayaklar Massey-Harris pamuk ekim makinasının orijinal gömücü ayaklarıdır.

3.2.1.1 Balta tipi gömücü ayak

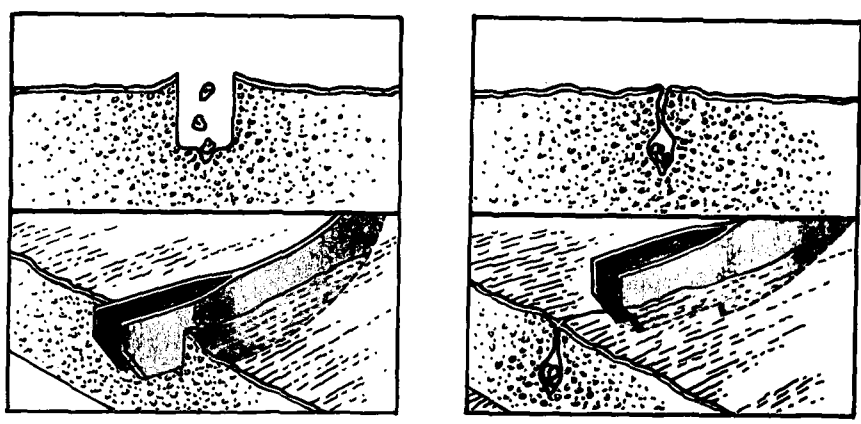
Keskin kenarı kızak tabanı şeklinde olan balta tipi gömücü ayak ve başlıca ölçüleri Şekil 3 de gösterilmiştir. Kızak tabanı şeklindeki keskin kenar tarafından açılan yarığa tohum borusundan



Şekil 3. Balta tipi gömücü ayak (orijinal)

tohumlar düşmekte ve ayağın ilerlemesiyle yarığın iki tarafındaki toprak tekrar birbirine kavuşunca tohumlar toprakla kapanmaktadır. Plastik topraklarda gömücü ayağın açtığı yarık kendiliğinden kapanmadığından ayrıca çizi kapatıcılarının kullanılması gerekmektedir.

Plastik topraklarda pamuk tohumları, balta gömücü ayağın alt dili tarafından açılan takriben 3 cm derinliğinde ve 5 mm genişliğinde cep şeklindeki yarığın içine yerleşme yeteneği bulabilmektedir (Şekil 4). Kumlu killi topraklarda ise aynı çalışma derinliğinde kızak tabanı şeklindeki keskin kenarın açmış olduğu yarığın alt ucu toprağın tabii akışıyla kapahamadığından, pamuk tohumları tohum yatağında daha az derine düşmektedir. Balta ayağın kır-langıç kanadı şeklinde açılan arka kısmı ön kısma kaynakla tutturulmuştur. Gömücü ayağın üst orta kısmında 100 mm uzunluğundaki malzeme fazlalığı, ayağın yan zorlanmalara karşı daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır.



Şekil 4. Balta tipi gömücü ayakla ekim (96,1955)

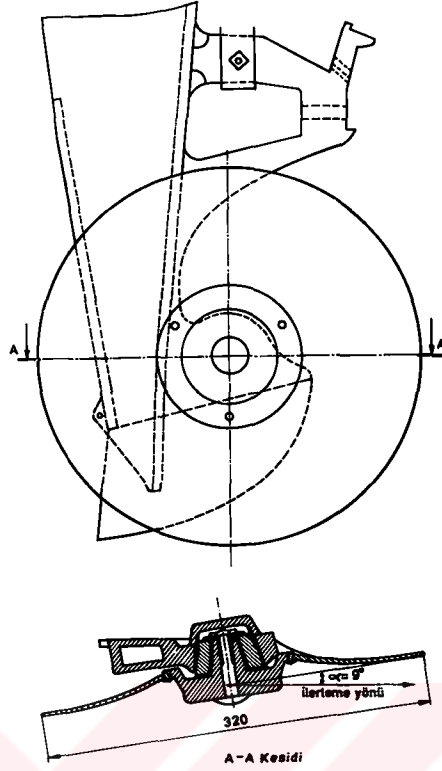
3.212 Tek Diskli Gömücü ayak

Araştırma konusu olarak denemeye alınan tek diskli gömücü ayak, Massey-Harris pamuk ekim makinasının orijinal gömücü ayağıdır (Şekil 5). Gömücü ayağın aktif organı olan disk, dökme demirden imal edilmiş içi boş ve aynı zamanda tohum borusu görevini de yapan bir gövdeye konik bir mil vasıtasıyla ve toza karşı kapalı bir şekilde yataklandırılmıştır. 320 mm çapında ve 9° yön açısına sahip olan disk, toprakta dönerek çalışmaktadır.

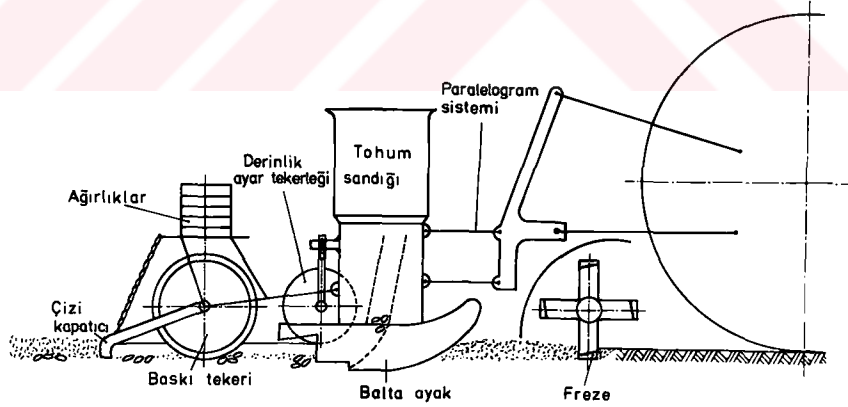
3.22 Frezeli-paralelogramlı ekim makinası

Pamuk tohumunun ekiminde rol oynayan mekanik esasları tespit etmek için klima odasında yapılan temel araştırmalardan elde edilen sonuçların tarla şartlarına aktarılması amacıyla, bu sonuçlardan da geniş ölçüde faydalanılarak frezeli, paralelogram sistemli ve baskılı yeni bir pamuk ekim makinası prototipi meydana getirilmiştir. Bu makinanın prensip şeması Şekil 6 da, kendisi Şekil 7 de gösterilmiştir. Bu prototip, E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsü atelyesinde imal edilmiştir.

Şekilden de anlaşılacağı gibi bu prototipte balta gömücü ayak çatıya paralelogram sistemi vasıtasıyla bağlanmıştır. Gömücü ayağın önünde giden küçük bir toprak frezesi toprağı 40 cm genişliğinde ve ayarlanabilen derinlikte bir şerit halinde işler.

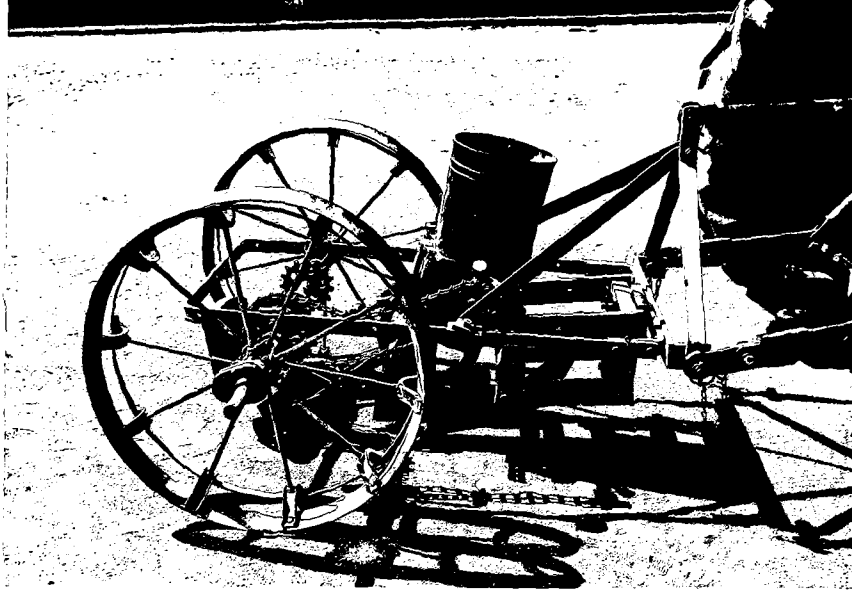


Şekil 5. Tek diskli gömücü ayak (orijinal)



Şekil 6. Frezeli-paralelogramlı prototip ekim makinasının prensip şeması (orijinal)

Arkadan gelen gömücü ayaağın açmış olduğu çizilere bırakılan tohumlar bir baskı tekerleği tarafından ekim seviyesinde bastırıldıktan sonra özel çizi kapatıcıları vasıtasıyla kabarıkm toprakla örtülür.



Şekil 7. Balta ayaklı paralelogramlı ekim makinası (orijinal)

Paralelogram sistemi, ekim derinliğinin toprak profiline bağlı olmaksızın yeknesak tutulmasına yardımcı olmaktadır.

Bu prototipte ekici düzenin tahrik edilmesinde, başka bir rolü olmayan eski bir pamuk ekim makinasının tekerleklerinden faydalanılmıştır.

Pamuk ekiminde rol oynayan mekanik faktörleri tarla şartlarında incelemek üzere meydana getirilmiş olan bu prototip ekim makinasının günümüzde kullanılan pamuk ekim makinalarından şu farkları vardır :

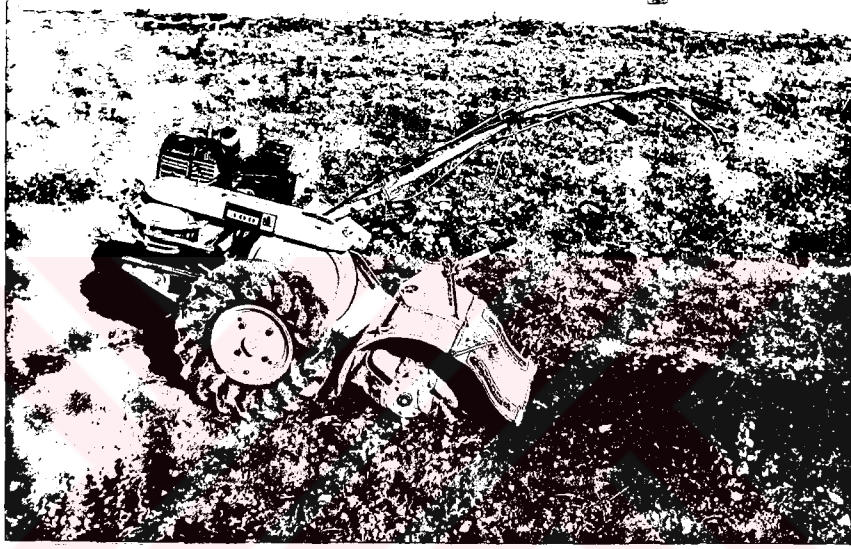
3.221. Tohumu hassas olarak istenilen derinliğe bırakılmasını sağlayan paralelogram sistemi.

3.222. Paralelogram sistemine bağlı olan, ekici ayağın istenilen derinliğe tohumu bırakmasını sağlayan derinlik ayar tekerleği.

3.223. Tohumu ekim seviyesinde bastıran baskı tekerleği. Bu tekerleğin ölçülendirilmesinde Amerika'da yapılan bazı araştırmaların(86,1961), (105,1964) sonuçlarından faydalanılmıştır. Baskı tekerleğinin özgül basıncı kademeli olarak ilave ağırlıklarla toprak

neminin durumuna bağlı olarak ayanlanabilmektedir.

Prototip ekim makinasının Şekil 6 da gösterilen prensip Őemasına uygun olarak imal edilen freze ünitesinin organik bir Şekilde makinaya bağlanması ve beraber çalıştırılması gerçekleştirilemediğinden, tarla denemelerinde bu makina frezesiz olarak kullanılmış, fakat frezeleme işi makinanın önünde yürütülen küçük bir motorlu freze (Şekil 8) ile yapılmıştır.



Şekil 8. Küçük motorlu toprak frezesi (orijinal)

4. DENEY METODLARI

4.1. Kuvvetlerin Ölçülmesi

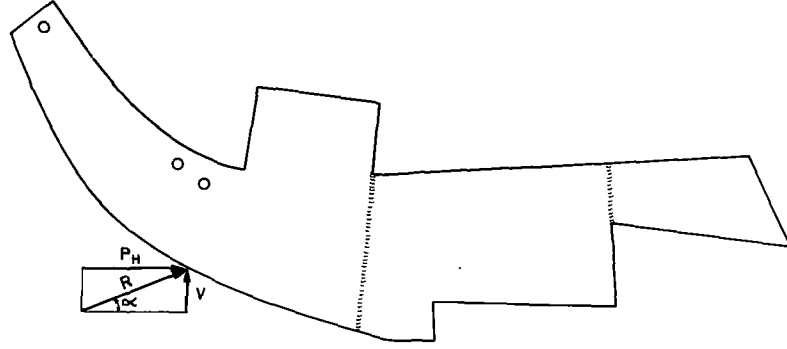
Toprakta çalışmakta olan ziraat makinalarına karşı toprağın gösterdiği direnç kuvvetlerinin büyüklük ve doğrultuları bilindiği takdirde, ziraat alet ve makinalarının toprakla ilgili organlarının dizaynı da daha sağlam temellere dayandırılmış olur.

Gömücü ayakların toprakta hareketi sırasında doğan toprak dirençlerinin analizinde çeşitli değişkenlerin etkisi göz önünde bulundurulur. Bu bakımdan kuvvet ölçmelerinde iş derinliği, çalışma hızı, toprak nemi ve toprak sertliği dikkate alınır.

Bilindiği gibi çalışma hızının artmasıyla birlikte çeki kuvveti ihtiyacı da artmaktadır. Toprak işleme aletleri üzerinde yapılan çeşitli araştırmalarda elde edilen sonuçlara göre, çalışma hızının 3 mph'dan 6 mph'ye çıkması, çeki kuvvetinde % 25-% 80 bir artış meydana getirmektedir (84,1961). Pratikte, ziraat makinalarının iş kapasitelerini arttırabilmek için, çalışma hızının mümkün olduğu kadar arttırılması gerekir. Mümkün olan en yüksek hızla çalışma, traktör ve ekipmanların ölçü ve ağırlıklarının arttırmadan iş kapasitesinin arttırılmasını sağlamaktadır.

Toprakta çalışmakta olan gömücü ayaklar üzerinde etki eden toprak dirençleri çeşitli ayaklar için değişik karakter arz etmektedir. Bu araştırmada ele alınan geniş batma açılı balta tipi gömücü ayağa etki eden kuvvetleri tespit etmek amacıyla tertiplenmiş iki komponentli basit bir elektronik dinamometre ile yapılan ölçmelerin sonuçları, toprak direncinin yatay ve düşey bileşenlerinin Şekil 9 daki gibi olabileceği kanaatini vermiştir.

Şekil 9 dan anlaşılacağı üzere, R toprak direncinin yatay bileşeni P_H , gömücü ayağı toprakta çekebilmek için gerekli çeki kuvvetini vermektedir. Toprak direncinin düşey bileşeni V ise balta gömücü ayağı toprak yüzeyine çıkarmaya çalışır. Bu nedenle balta gömücü ayağın toprağa batabilmesi için V düşey toprak direncinin aksi yönünde bir bastırma kuvvetinin ayağa tatbik edilmesi

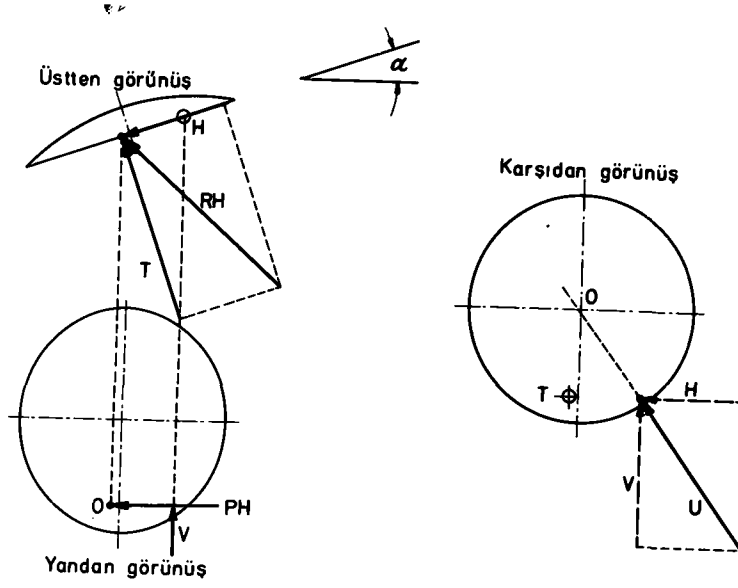


Şekil 9. Balta tipi gömücü ayağa etki eden toprak direnci (orijinal)

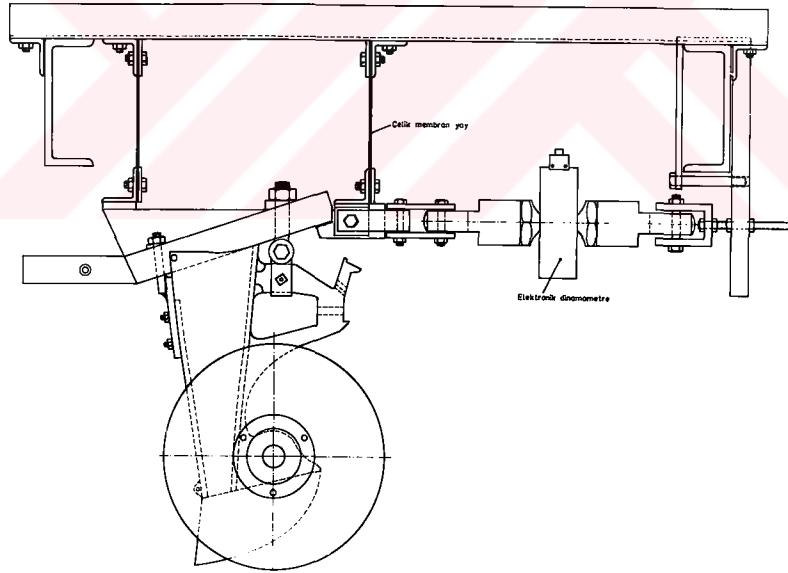
gerekir. Simetrik yapılarından dolayı balta gömücü ayakta yan kuvvetler birbirinin etkisini götürdüğünden, yalnızca yatay P ve düşey V kuvvetleri önemli olmaktadır.

Tek diskli gömücü ayakta ise yapının simetrik olmaması nedeniyle diske etki eden kuvvetler (23,1961) daha değişik bir görünüm arz etmektedir (Şekil 10). Tek diskli gömücü ayağı toprakta çekebilmek için gerekli P_H çeki kuvveti şekilden de görüleceği üzere diske etki eden H ve T kuvvetlerinin hareket istikametindeki bileşenlerinin toplamından ibarettir. Bu arada H ve V kuvvetlerinin bileşkesi olan U kuvveti diskin O merkezinin biraz altından geçer. Böylece meydana gelen saat yönündeki moment, diskin toprakta dönmelerini sağlar.

Tek diskli ve balta tipi gömücü ayakların P_H yatay kuvvetleri (çeki kuvveti), E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsünde meydana getirilen elektronik tek komponent ölçü düzeni ile tespit edildi. Bu düzen Şekil 11 de şematik olarak gösterilmiştir. Gömücü ayak özel bağlantılarla iki adet çelik membran yayı vasıtasıyla bir çatıya bağlanarak kanal arabası üzerinde askıya alındı. Gömücü ayağın bağlı olduğu yatay kiriş, çeki kuvvetinin etkisi altında yalnız yatay doğrultuda çok az bir sapma gösterebilmektedir. Çeki kuvvetine bağlı olarak değişen bu çok az



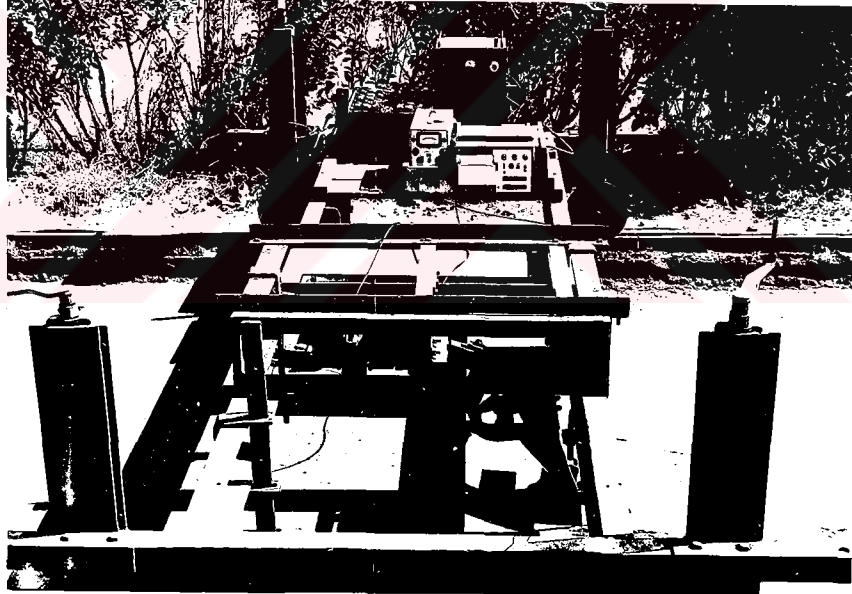
Şekil 10. Diske etki eden toprak dirençleri (Clyde'den)



Şekil 11. Elektronik tek komponent ölçü düzeni (orijinal)

sapmalar, kiriş ile kanal arabası arasına yerleştirilmiş bulunan 1000 kp kapasiteli elektronik dinamometrede elektriksel sinyalin meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bu sinyaller yükselteçte kuvvetlendirildikten sonra kuvvetin şiddeti doğrudan doğruya ıskaladan

okunabildiği gibi, istenildiğinde ossiloport kâğıdına da yazdırılabilmektedir. Bu denemelerde Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH firmasına ait (49) Traegerfrequenz Messverstaerker KWS-T/5 yükselteci kullanıldı. Bu yükselteç -10° + 40° C sıcaklıklarında, 12 V pil bataryası ile veya $(220^{\pm} \% 10$ V) şebeke gerilimiyle çalışmaktadır. Sonradan, sinyal damfung'u sağlamak için kürsümüzde yükselteç çıkış devresine 5000 μ F lık kondansatör ile 1k Ω luk telli potansiyometre bağlanmıştır. Dinamik ölçmelen yapıldığından çalışmalarda sinyalleri kaydedebilmek amacıyla Siemens firmasının imal etmiş olduğu 6 kanallı ışık hüzmeli ossiloport E (93) kullanılmıştır. Ölçmelerde kullanılan bütün bu elektronik ölçü aletleri Şekil 12 de görüldüğü gibi kanal arabası üzerine yerleştirilmiştir.



Şekil 12. Elektronik tek komponent ölçü düzeni ve ölçü aletleri (orijinal)

Ossiloport E kâğıdı üzerine kaydedilmiş olan eğrilere, planimetre ile çeki kuvveti değerleri bulunmuş ve bu değerlerden ortalama çeki kuvveti P_H , aşağıdaki formülle hesaplanmıştır :

$$P_H = \frac{P_{H_1} + P_{H_2} + P_{H_3} + P_{H_4}}{4} \quad (1)$$

Din 131926 ya göre (101,1967), ortalama çeki kuvvetinin standart sapması,

$$S_x = \sqrt{\frac{(P_H - P_{H_1})^2 + (P_H - P_{H_2})^2 + (P_H - P_{H_3})^2 + (P_H - P_{H_4})^2}{3}} \quad (2)$$

ve ortalama yüzde hata oranı (m) de,

$$m = \frac{S_x}{P_H} \cdot 100 \quad (3)$$

şeklinde hesap edildi.

Ossiloport kâğıdına kaydedilen kuvvet diyagramlarının değerlendirilmesinde Filotechnica firmasına ait 236 model planimetre (32) kullanılmıştır. Her ölçmeden önce elektronik **tek komponent** ölçü düzeni, bilinen yatay kuvvetler etki ettirilmek suretiyle kanal arabası üzerinde kalibre edilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Elektronik tek komponent ölçü düzeninin kanal arabası üzerinde kalibre edilmesi (orijinal)

4.2. Toprak Direncinin Ölçülmesi

Toprak direncinin bitki büyümesine olan etkisi önemlidir. Bu bakımdan toprak direnci, toprak işleme ve tohum yatağı hazırlama işlemlerinin kalitesinin ifadesinde **astas** olarak kullanılmaktadır. Çiftçi, parmağını, bastonunu veya değneğini toprağa sokarak, işlemiş olduğu toprağın direnci hakkında pratik görüşlerine dayanarak fikir edinir. Tarla şartlarında ölçülen toprak direncine büyük ölçüde toprağın bünyesi, humus miktarı, nem oranı ve volüm ağırlığı etkili olmaktadır. Nem miktarı vejetasyon süresi içinde daima farklılık gösterdiğinden, bitki köklerine karşı koyan toprak direnci de değişmektedir.

Toprak direncinin ölçülmesinde amaca göre toprak sertliği, kayma gerilmesi ve kırılma modülü (modulus of rupture) kriter olarak ele alınabilir.

Çeşitli metodlara göre çalışan alet ve düzenlerle kesit edilen "toprağın karakteristik faktörleri" toprak işleme aletlerinin konstrüktif ve teknolojik yönden de üniform şekilde mukayeseli olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır.

4.21. Toprak Sertliğinin Ölçülmesi

Tarla şartlarında toprak direncini tespit etmek amacıyla, penetrometreler geniş ölçüde kullanılmaktadır. Penetrometrelerin tarlada kullanılması hızlı ve kolay olduğundan, bunlar diğer benzeri aletlere tercih edilmektedir.

Toprağın sertliği deyince, sokulmak istenilen bir sonda ucuna karşı toprağın gösterdiği direnç anlaşılmalıdır. Penetrometre (sonda), genellikle yumuşak materyallerde kullanılır. Penetrometre viskoz sıvılarda, asfalt, peynir ve kar gibi maddelerde de kullanılmıştır. Metallerin sertliklerinin ölçülmesi de bir bakıma penetrometre testinden başka bir şey değildir.

Penetrasyon direncinden faydalanmak suretiyle toprağın iç sürtünme açısı (ϕ) ve kohezyon değeri (C) birbirinden

ayırddedilememektedir. Bununla beraber, penetrometre test sonuçlarından, iç sürtünme açısı sıfır olan topraklarda penetrasyon direnci ile kohezyon arasında sıkı bir korelasyon elde edilmiştir (33,1967).

Gill (40,1967), penetrometreleri iki esas grupta toplamaktadır. İtme tip penetrometre ile, ucunda bir koni bulunan mil toprağa sokularak direnç, derinliğin fonksiyonu olarak elde edilmektedir. Darbeli penetrometrede ise penetrometre konisi belirli yükseklikten düşürülen ağırlığın kinetik enerjisi ile toprağa batırılmaktadır. Denemelerde her iki tip penetrometre de kullanılmıştır.

4.211. İtme tip (yaylı) yazıcı penetrometre

İtme tip penetrometre ile bulunan toprak sertliği penetrasyon direnci ile ifade edilir. Penetrasyon direnci, ucunda bir koni bulunan çubuğun toprağa batırılması sırasında her derinlik için elde edilen kuvvet değerlerinin koni alanına bölünmesiyle elde edilir .

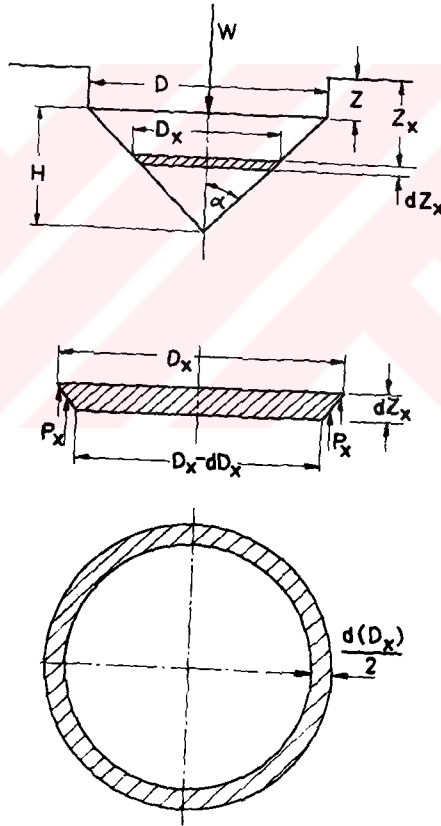
Çok sayıda ve biçimde penetrometre konileri kullanılmaktaysa da (41,1963), U.S. Army Waterways Experiment Station'da (WES), $0,5 \text{ in}^2$ maksimum kesitli (20,27 mm \emptyset) ve 30° tepe açılı standart koniler (40,1967) (68,1962) kullanılmaktadır. Cornell Üniversitesinde Terry ve Wilson (98,1952) tarafından meydana getirilen yazıcı Cornell toprak penetrometresinde ise $0,20 \text{ in}^2$ maksimum kesitli (0,504" \emptyset) ve 30° tepe açılı koni kullanılmıştır. Koninin vidalandığı milin çapı ise 7/16" dir. Carten (24,1967), (25,1969), tarla ölçmeleri için meydana getirdiği penetrometrelerde $0,20 \text{ in}^2$ maksimum kesitli 30° tepe açılı koni kullanmıştır.

Bekker'in aşağıdaki amprik gerilim-deformasyon denkleminden faydalanarak penetrometre konisinin toprağa batırılabilmesi için gerekli kuvvet (W) ve penetrasyon direnci (P_d) hesaplanmaktadır (63,1959), (18,1969).

$$P = \left(\frac{k_c}{b} + k_{\phi} \right) Z^n \quad (4)$$

Bu formülde :

- P - Plaka altındaki basınç (kp/cm²)
k_c - Batmada koheziv modül (kp/cmⁿ⁺¹)
k_φ - Batmada sürtünme modülü (kp/cmⁿ⁺²)
n - Batma derinliği (Z) nin üssü (birimsiz)
b - Dört köşe plakanın enbüyük ölçüsü (dairesel plakada çap)
cm
Z - Batma derinliği (cm)



Şekil 14. Konide kuvvetler dengesi (Janosi'den).

Şekil 14 de koninin yumuşak toprağa girmiş durumu ve kuvvetler dengesi görülmektedir. W kuvvetini bulmak için bir kesik koni elemanı alınır. Düşey aktif dW kuvveti, koni elemanının mantosuna isabet eden basınç kuvvetlerinden hesaplanır. Şöyleki,

$$dW = P_x \cdot dA \quad (5)$$

Şekil 14 den de görüleceği üzere,

$$dA = \pi (D_x - dD_x) \cdot \frac{dD_x}{2} \text{ dir.}$$

Böylece,

$$dW = \frac{\pi}{2} P_x \cdot D_x \cdot dD_x \quad (6)$$

yazılabilir. ($\frac{dD_x^2}{2} \approx 0$ dir). $b = D_x$ alınarak 4 no.lu **denklemler** 6 no.lu denklemlerde yerine konulursa,

$$dW = \left(\frac{k_c}{D_x} + k_\phi \right) Z_x^n \cdot \frac{\pi}{2} \cdot D_x \cdot dD_x \quad (7)$$

elde edilir. Şekil 14 ten faydalanarak,

$$\frac{D}{D_x} = \frac{H}{Z+H-Z_x}$$

orantısı yazılır ve D_x için çözülürse,

$$D_x = \frac{D}{H} (Z+H-Z_x)$$

bulunur.

D_x in, Z_x e göre diferansiyeli alınır

$$\frac{dD_x}{dZ_x} = - \frac{D}{H}$$

çıkar. $\frac{dD_x}{2}$ ve D_x 7 no.lu denklemlerde yerine konulursa,

$$dW = \frac{\pi D}{2} \left[k_c + k_\phi \cdot \frac{D}{H} \cdot (Z + H - Z_x) \right] Z_x^n \cdot \left(-\frac{D}{H} \right) \cdot dZ_x \quad [8]$$

denklemini elde edilir. Toplam W kuvveti 8 no.lu eşitliği Z ve (Z+H) arasında integre ederek aşağıdaki şekilde bulunur.

$$W = -\frac{\pi D}{2H} \int_Z^{Z+H} \left[k_c + k_\phi \cdot \frac{D}{H} \cdot (Z + H - Z_x) \right] Z_x^n \cdot dZ_x$$

$$W = -\frac{\pi D}{2H} \left\{ \int_Z^{Z+H} k_c \cdot Z_x^n \cdot dZ_x + \int_Z^{Z+H} k_\phi \cdot \frac{D}{H} \cdot Z_x^n (Z + H - Z_x) \cdot dZ_x \right\} \text{ ve}$$

$$W = -\frac{\pi D}{2H} \left\{ \frac{k_c}{n+1} \left[(Z+H)^{n+1} - Z^{n+1} \right] + \frac{k_\phi \cdot D}{H} \left[\frac{(Z+H)^{n+2}}{(n+1)(n+2)} + \frac{Z^{n+2}}{n+2} - \frac{(Z+H) \cdot Z^{n+1}}{n+1} \right] \right\}$$

Şekil 14 den $\frac{D}{2H} = \tan \alpha$ veya $\frac{D}{H} = 2 \tan \alpha$ alınarak,

$$W = -\pi \tan \alpha \left\{ \frac{k_c}{n+1} \left[(Z+H)^{n+1} - Z^{n+1} \right] + 2 k_\phi \cdot \tan \alpha \left[\frac{(Z+H)^{n+2}}{(n+1)(n+2)} + \frac{Z^{n+2}}{n+2} - \frac{(Z+H) \cdot Z^{n+1}}{n+1} \right] \right\} [9]$$

denklemini bulunur. W, reaksiyon kuvveti olduğundan (-) işaret almıştır.

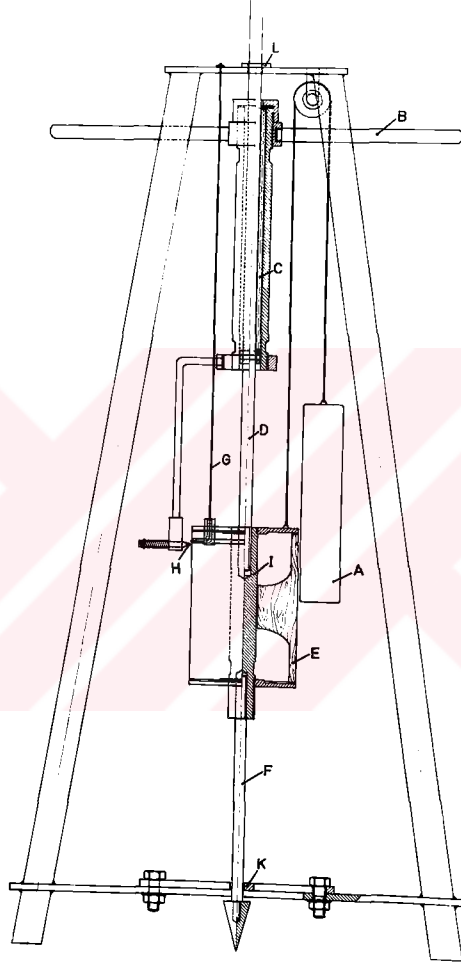
Penetrasyon direnci (P_d) ise, hesapla veya penetrometre testi ile bulunan penetrasyon kuvvetini (W) koni alanına (A) bölmekle elde edilir.

$$P_d = \frac{W}{A} \quad (\text{kp/dm}^2) \quad (10)$$

Yazıcı penetrometre ile çizilen eğriler üzerinde planimetre ile ölçmeler yapılarak ortalama penetrasyon dirençleri (O.P.D.) elde edilmiştir. O.P.D., planimetre ile ölçülen eğri alanının batma

derinliğine bölünmesiyle bulunmuştur.

Yazıcı penetrometre, E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsü İnce Mekanik Atelyesinde imal edilmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. Yazıcı penetrometre (orijinal)

Aletin statik konumunda A karşı ağırlığı penetrometrenin hareketli parçalarını askıda tutmaktadır. E tamburunu taşıyan D mili, K ve L yatakları sayesinde dikey olarak hareket edebilmektedir. Gürgenden yapılmış E tamburu, D miline vüдалanmış I mili etrafında serbestçe dönebilmektedir. Tamburun çevresine milimetrik kâğıt geçirilmiştir.

B koluna bastırduğumuz zaman bastırma kuvveti C yayı ve J pimi üzerinden D miline iletilmekte ve F miline vidalanmış penetrometre konisi toprağa batmaktadır. Penetrometre konisinin toprağa batarken karşılaştığı direnç kuvvetiyle orantılı olarak C yayı büzülmekte ve yayı bastırılan dış muhafaza veya bu dış muhafazaya bağlı olan H kurşun kalemi E tamburuna göre relatif olarak dikey hareket yapmaktadır. C yayı kalibre edildiğinden H kalemının tambur üzerinde katettiği dikey mesafenin ölçülmesiyle koninin toprağa batması sırasında meydana gelen penetrasyon kuvveti bulunmaktadır. Penetrometre konisinin toprağa batması sırasında bulunan bu penetrasyon kuvvetinin hangi derinlikte meydana geldiğini tespit edebilmek için H kurşun kalemine göre D tamburunun batma derinliğine bağlı olarak mil etrafında dönebilmesi şu şekilde temin edilmiştir: B kolu vasıtasıyla penetrometre konisini takriben 1829 mm/dk hızla (8,1970) toprağa bastırduğumuz zaman, bir an için C yayı büzülmekte, büzülme kuvvetinin etkisiyle toprak direnci yenilince koni toprağa batmaktadır. Koni toprağa batınca, koni miline bağlı olan tambur, aşağıya inerken G ipi vasıtasıyla I mili etrafında dönmeğe zorlanmaktadır. Koni toprağa ne kadar batarsa E tamburunun çevresindeki bir nokta da yatay olarak o kadar yoğ almak zorunda bırakılmaktadır.

Böylece, penetrometre tamburuna sarılmış milimetrik kâğıt üzerinde apsis derinliği, ordinat penetrasyon kuvvetini gösterecek şekilde H kalemi vasıtasıyla çizilmiş derinlik-kuvvet eğrileri elde edilmiştir. Bu eğriden, istenilen herhangi bir batma derinliğine karşı gelen penetrasyon kuvvetleri (W) okunabilmektedir.

Yapılan tekrarlı kalibrasyon denemelerinden, penetrometrenin 20 kp penetrasyon direncine kadar tatmin edici sonuçlar verebileceğini göstermiştir. Her penetrometre testi 4 tekerrürlü olarak yapılmış ve elde edilen 4 eğriden faydalanarak ortalama derinlik-kuvvet eğrisi çıkarılmıştır. Şekil 16 da, yazıcı penetrometre çalışma konumunda görülmektedir.



Şekil 16. Yazıcı penetrometre çalışma konumunda (orijinal)

4.212. Darbeli penetrometre

Bilhassa sert tarla topraklarındaki ölçmelerde ve kanal topraklarının hazırlanmasında darbeli penetrometre tercih edilmektedir.

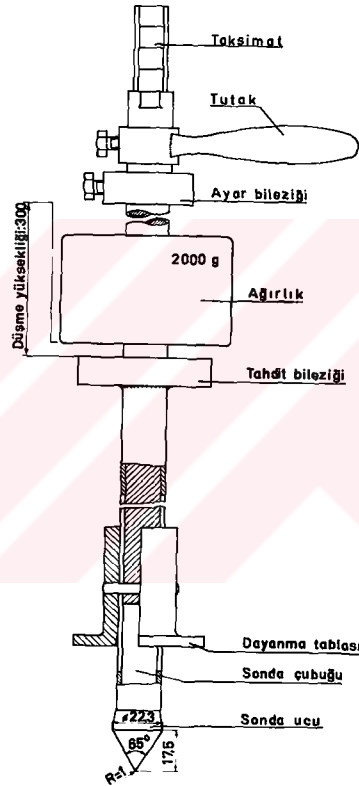
Masuda ve arkadaşları (78,1958), toprak sertliğini karakterize etmek üzere bir metre yükseklikten bırakıldığında toprağa batan ve ucu koni şeklinde olan 560 mm uzunluğunda sonda kullanmışlardır. Daha sonraları Wimmer (106,1960), toprak sertliğini toprağın karakteristik faktörü kabul edilen $\tan \alpha$ ile karakterize etmiştir.

$$\tan \alpha = \frac{\text{batma derinliği}}{\text{darbe sayısı}}$$

Bu eşitliğe göre absis eksenine darbe sayısı, ordinat eksenine de

batma derinliği konularak elde edilen eğrinin eğimi toprağın sertliğini vermektedir.

Denemelerde kullanılan darbeli penetrometre H.Rid (87,1962) tarafından meydana getirilmiş olup E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsünde ölçülerine sadık kalınarak Keçecioğlu (66,1967) tarafından bazı değişikliklerle fakülte atelyesinde imal edilmiştir (şekil 17).



şekil 17. Darbeli penetrometre (Keçecioğlu'ndan)

Penetrometre esas olarak bir kılavuz boru, bir sonda çubuğu, sonda ucu, darbe ağırlığı, dayanma tablası ve tahdit bileziğinden ibarettir. Dayanma tablası bir pim yardımıyla sonda çubuğuna tespit edilmiştir. Kılavuz borunun her iki yanında açılan kanallar yardımıyla sonda çubuğunun kılavuz boru içinde aşağı yuvarlı düşey hareketi sağlanmıştır. Kılavuz boru üzerinde bulunan

ayar bileziği 2 kp ağırlığın düşme yüksekliğinin ayarlanmasına imkân vermektedir. Düşme yüksekliği 30 cm olarak seçilmiş ve bu yükseklik her denemede sabit tutulmuştur. Sonda çubuğunun üst kısmındaki milimetrelik taksimat, darbe sayısına bağlı olarak kilavuz boruya göre sonda çubuğunun ne kadar battığını göstermektedir. Şekil 17 de ölçüleri verilen sonda ucu ayrı olarak imal edilmiş ve sonda çubuğuna vidalanmıştır. Darbeli penetrometre testlerinde dayanma tablası toprak yüzeyine iyice temas edecek şekilde alet bir elle tutulurken diğer elle de darbe ağırlığı, sabit olan düşme yüksekliğinden bırakılarak darbe sayısına bağlı olarak sonda ucunun toprağa batma derinliği tesbit edilmiştir. Apsis eksenine darbe sayısı, ordinat eksenine de batma derinliği taşınarak her penetrometre ölçmesi için bir batma eğrisi elde edilmiştir. Bu eğrinin eğiminden toprak sertliğini ifade eden toprağın karakteristik faktörü ($\tan \alpha$) bulunmuştur.

4.22. Toprağın Kayma Gerilmesinin Ölçülmesi

Toprağın kayma gerilmesi deyince, birbirine temas eden iki elemanter toprak tabakasını temas yüzeyleri doğrultusunda birbiri üzerinde kaymaya zorlayan dış kuvvetlere karşı toprağın gösterdiği direnç anlaşılır.

Analitik olarak toprağın kayma gerilmesi (τ), klasik Newton denklemi ile formüle edilmektedir (62,1964).

$$\tau = \sigma \tan \phi + c \quad (11)$$

Bu formülde :

σ - kesilme yüzeyine dik normal gerilme (kp/cm^2)

ϕ - iç sürtünme açısı

c - Kohezyon (kp/cm^2)

Geometrik olarak 11 no.lu denklem doğruyu belirtir. $\tan \phi$, doğrunun eğimi, c ise doğrunun ordinat eksenini kestiği noktanın orijinden uzaklığıdır. Kil-su sistemlerinde alçak nem oranlarında toprak parçacıklarının çevreleyen su filiminin yüzey gerilmesi iç

gerilme doğurur. Topraktaki nemin yükselmesi su-hava temas yüzeyini küçültür, filmin şekli değişir ve iç gerilme düşer. Toprak gözenekleri içindeki bu iç gerilmeye gözenek su basıncı (u) denir. Böylece (ϕ -C) toprakları için Coulomb denklemi (1773), Hvorslev (1937) tarafından şu şekilde yazılmıştır (81,1951) :

$$\tau = (\sigma_n - u) \cdot \tan \phi + c \quad (12)$$

Bu formülde :

$\sigma_n - u = \sigma_{nef}$ - gözenekler arası efektif normal gerilme

u = nötr gerilme (bütün yönlerde aynı şiddette ve Pascal kanununa uyan gözenek su basıncıdır)

Kohezyon ve iç sürtünme açısı belli toprak ve deneme şartlarında değerini teorik olarak değiştirmez. Bu deneme şartlarından en önemlisi, gözenek su basıncının deneme sırasında sabit kalmasıdır. Toprak işleme aletlerinin toprakta çekilmesi için gerekli olan enerjinin büyük bir kısmı bu kesilme işine harcanmaktadır.

Kontrollü laboratuvar şartlarında toprak işleme aletlerinin çeki kuvvetinin topraktaki etkilerinin incelenmesi, bir çok araştırmacılar tarafından ele alınmıştır. Bu çeşit çalışmalarda toprağın kayma gerilmesinin ve komponentlerinin bilinmesi gerekir.

Toprağın kayma gerilmesinin tespit edilmesinde çeşitli metodlar kullanılmaktadır (81,1951), (69,1956), (70,1960), (74,1960), (62,1964), (71,1964).

Kesme kutusu metodu ve triaksiyal sıkıştırma testi gibi metodlar daha çok laboratuvar araştırma şartlarında kullanıldığından burada açıklanmalarına lüzum görülmemiştir. Aşağıda anlatılan kanatlı burgu ve kesme halkası ölçme metodları, tarla şartlarında çalışmaya imkân vermektedir. Bu bakımdan kanatlı burgu ve halkalı kesme test metodları ile toprağın kayma gerilmesinin saptanması çalışmalarda tercih edilmiştir.

4.221. Kanatlı Burgu Metodu

Öerek toprak kanalında ve gerekse Söke, Menemen ve Torbalıdaki pamuk tarlalarında yapılan çalışmalarda toprağın kayma gerilmesi, kanatlı burgu ölçme metoduyla saptanmıştır. Kullanılan kanatlı burgu ölçü aleti Schaffer'in ortaya koyduğu aleti örnek alarak Keçecioğlu (66,1967) tarafından fakültemiz atelyesinde meydana getirildi (Şekil 18). Kalınlığı 3 mm olan çelik saçtan kesilen 4 adet kanat, 14 mm çapında ve 800 mm uzunluğundaki bir çelik saçın alt ucuna radyal olarak kaynatılmıştır. Kanatların toprağa bakan kısımları keskinleştirilmiştir. Bu şekilde meydana getirilen kanatlı burgunun çapı 50 mm ve uzunluğu 100 mm dir. Schaffer, bu kanat ölçülerinin maksada uygun olduğunu ifade etmektedir. Saçın üst ucuna dinamometreli bir anahtar (manoskop) yerleştirilerek dönme momenti ölçülmüştür..

Kanal topraklarında ve pamuk tarlalarında kayma gerilmesi 0-10 ve 10-20 cm derinlik katlarında ölçülmüştür. Kanatlı burgu bir lastik çekişle istenilen derinliğe kadar sokulduktan sonra tutakları vasıtasıyla saniyede 5-10 derecelik bir açısal hızla döndürülerek maksimum dönme momenti (M_{max}) değerleri elde edilmiştir.

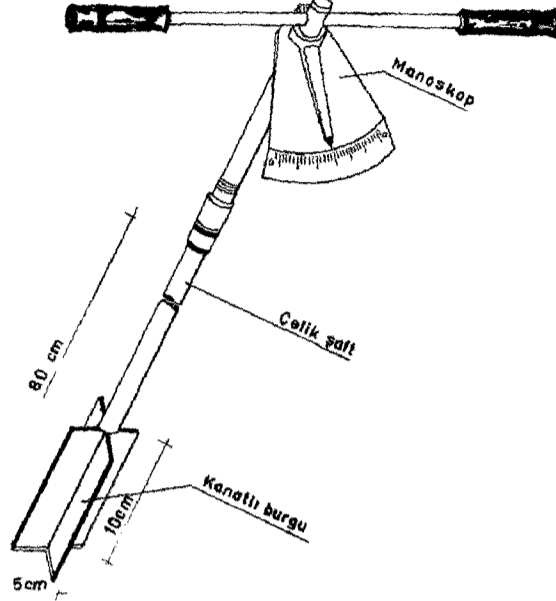
Keçecioğlu (66,1967), üst dairede saçın kapladığı alanı ihmal ederek 0-10 ve 10-20 cm derinlik katlarında kanatlı burgu ölçülerini de dikkate alarak kayma gerilmesini şu formüllerle hesap etmiştir :

0-10 cm derinlik katında,

$$\tau = \frac{M_{max}}{425,4} \quad (13)$$

10-20 cm derinlik katında,

$$\tau = \frac{M_{max}}{458,2} \quad (14)$$



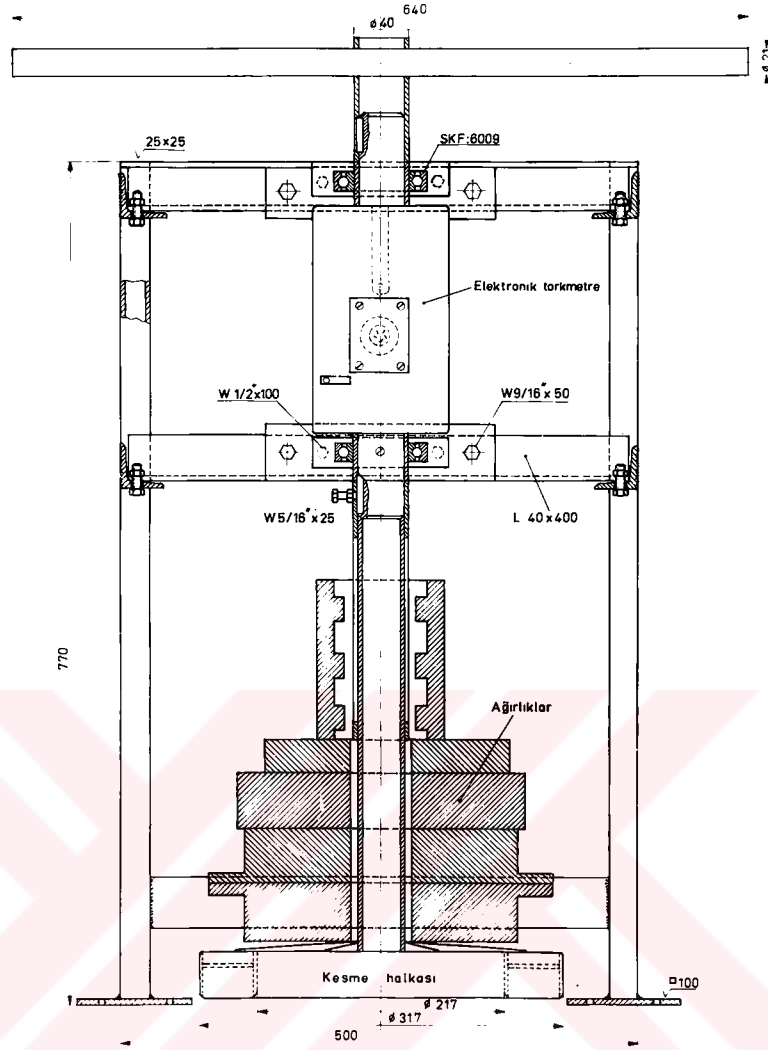
Şekil 18. Kanatlı burğu metoduna göre çalışan kesme aleti (Kegecioğlu'ndan)

Kanatlı burğu metodu ile elde edilen kayma gerilmesi değerlerinden penetrometre testinde olduğu gibi toprağın ϕ ve C değerlerini birbirinden ayırmak mümkün değildir.

4.222. Halkalı kesme test metodu

Başta A.B.D.nin Land Locomotion ve Almanya'nın Braunschweig Zirai Araştırma Merkezi Temel Araştırmalar Enstitüsü olmak üzere günümüzde toprağın ϕ ve C değerlerinin bulunmasında halkalı kesme test aleti (64,1960), (91,1961), (67,1968) kullanılmaktadır.

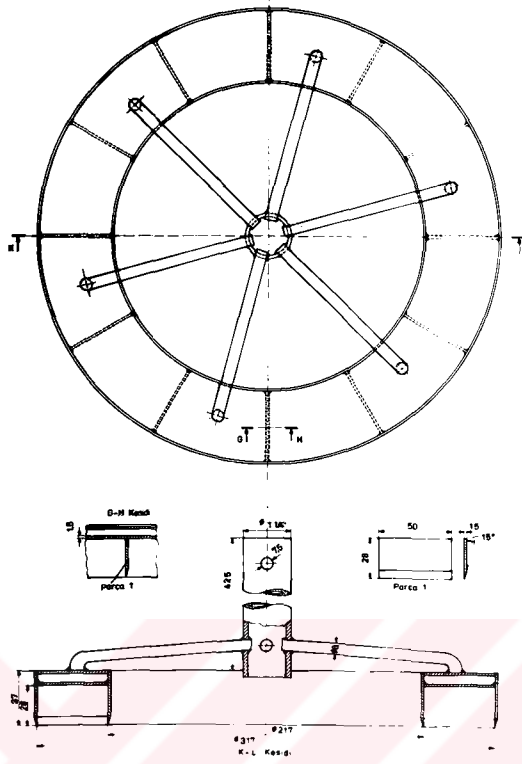
Toprak kanalındaki çalışmalarda kullanılmak üzere Braunschweig Zirai Araştırma Merkezi Temel Araştırmalar Enstitüsünde geliştirilen kesme halkasının ölçülerine sadık kalınarak kürsümüz atelyesinde imal edilen elektronik halkalı kesme test cihazı Şekil 19 da gösterilmiştir. Kesme halkasının teknik resmi de ayrıca Şekil 20 de verilmiştir.



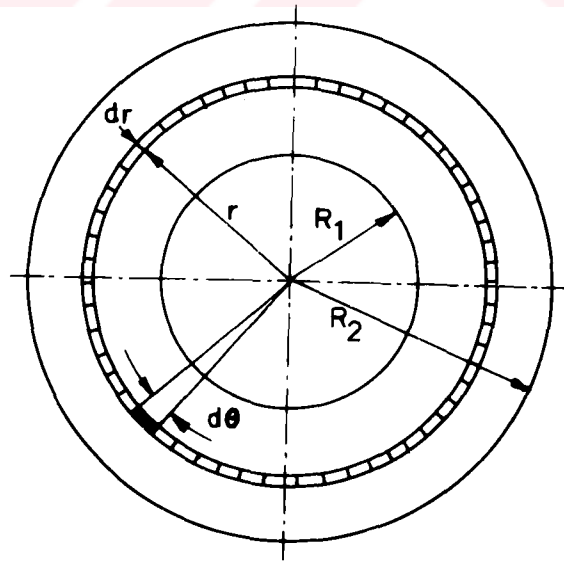
Şekil 19. Elektronik halkalı kesme test cihazı (orjinäl)

Kesme halkası toprağa yerleştirilip dakikada bir devir (27,1966) yapacak şekilde K kolları vasıtasıyla döndürülmüştür. Kesme halkası üzerinden toprağın kesilme yüzeyine çeşitli normal gerilmeler tatbik etmek amacıyla değişik ağırlıklar kullanılmıştır. Çeşitli normal gerilme değerlerinde kesme halkasını toprakta çevirmek için gerekli moment (M), dönme açısına bağlı olarak kesme halkası miline akuple edilmiş elektronik torkmetre vasıtasıyla ölçülmüştür.

Kesme halkasını toprakta döndürmek için gerekli maksimum moment (M_{max}) Şekil 21 den faydalanarak şu şekilde bulunur (64,1960).



Şekil 20. Kesme halkası (orijinal)



Şekil 21. Kesme halkasında kesilme yüzeyi (Janosi'den)

Kesilme yüzeyi üzerinde dr kalınlığında
elemanter bir toprak dilimini kesebilmek için gerekli moment

$$dM = \tau \cdot r \cdot dA$$

dir. Toplam moment,

$$M = \int_0^{2\pi} \int_{R_1}^{R_2} \tau \cdot r^2 \cdot dr \cdot d\theta = 2\pi \cdot \tau \cdot \frac{R_2^3 - R_1^3}{3}$$

ve kayma gerilmesi,

$$\tau = \frac{3M}{2\pi(R_2^3 - R_1^3)} \quad (15)$$

formülünden bulunur.

Bu formülde

τ = kayma gerilmesi (kp/cm²)

M = dönme momenti (cmkp)

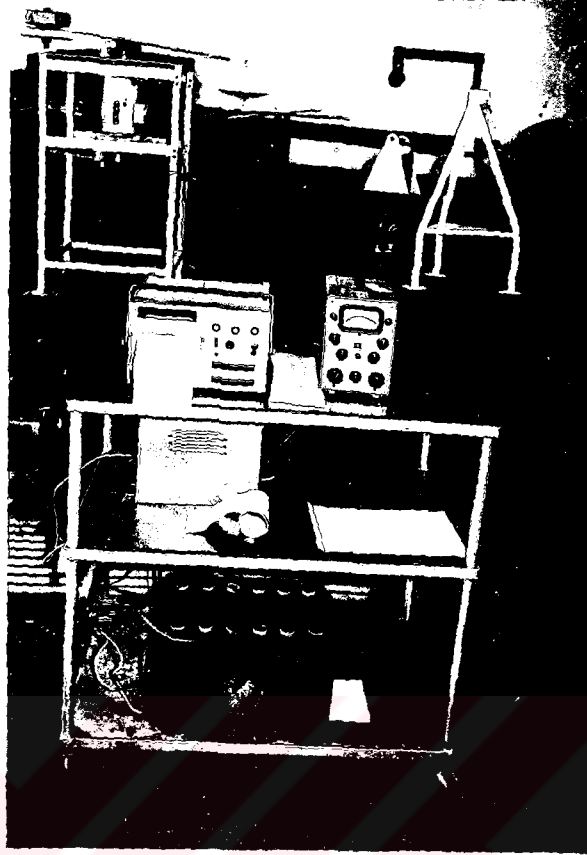
R₂ = halkanın dış yarıçapı (cm)

R₁ = halkanın iç yarıçapı (cm) dir.

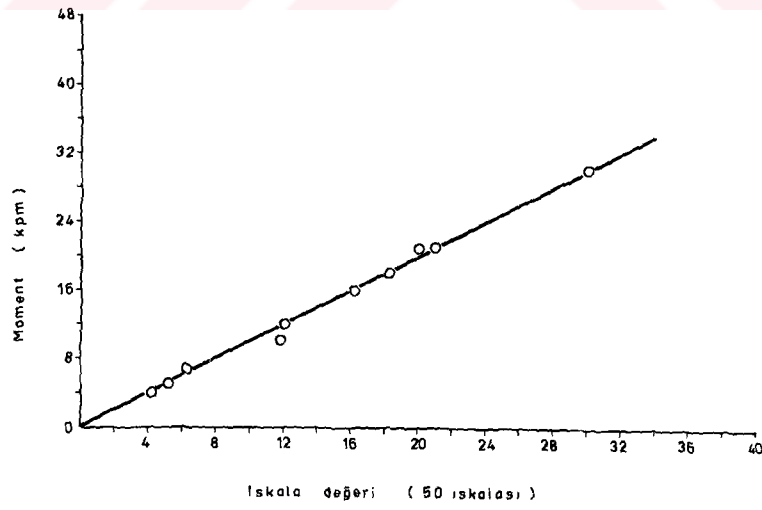
Payne, Fontaine ve Hvorlsev (27,1966), kayma gerilmesinin kesme halkası ile hesabı için aynı formülü vermektedir.(15)numaralı formülün çıkarılmasında bütün kesilme yüzeyi boyunca üniform bir kayma gerilmesi dağılımının bulunduğu ve toprağın plastik bir materyal olduğu düşüncesinden hareket edilmiştir.

Kürsümüzde meydana getirilen kesme halkalı elektronik ölçü cihazının kalibrasyonu Şekil 22 de görüldüğü gibi yapılmıştır.

Bu amaçla 1 m uzunluğunda bir kol yardımıyla evvelden bilinen moment değerleri kesme halkası miline etki ettirilerek yükselteç iskalası veya ossiloport E nin taksimatlı taşıdığı bu moment değerlerine göre kalibre edilmiştir. Kalibrasyon işleminden elde edilen kalibrasyon eğrisi Şekil 23 de görülmektedir.



Şekil 22. Kesme halkalı elektronik ölçü cihazının kalibrasyon düzeni (orijinal)

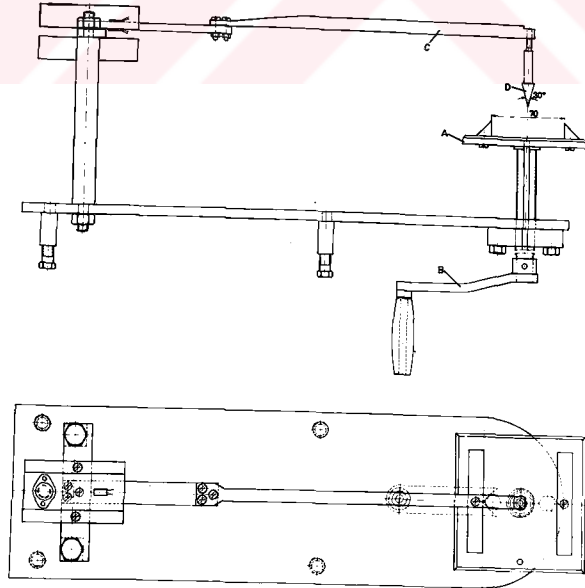


Şekil 23. Halkalı kesme test cihazının kalibrasyon eğrisi (orijinal)

4.2 3. Toprak Kaymak Tabakası Direncinin Ölçülmesi.

Yağmur yağdıktan sonra meydana gelen toprak kaymak tabakası, pamuk tohumlarının çimlenmesine olumsuz yönde etki etmektedir. Toprağın mekanik analizinden, yüzey topraklarının çoğunda kaymak teşekkülüne imkân hazırlayan toprak kolloidlerinin varlığı anlaşılabilir. Yağmur damlalarının etkisiyle kolloidal kil parçacıkları süspansiyon teşkil ederler. Su toprakta süzülürken kolloidal kil de çöker. Bunun kurumasıyla kaymak tabakası denilen katı bir tabaka meydana gelir. Kaymak tabakası direncini ölçmek amacıyla Carnes (21,1934) ve Richard (83,1953), iki ayrı ölçü düzeni meydana getirmişlerdir.

Kaymak tabakası direncini ölçmek ve bu değeri pamuk çimlenmesiyle korelasyona sokabilmek amacıyla E.Ü.Z.F. Ziraat Al t ve Makinaları Kürsüsünde bir elektronik ölçü cihazı meydana getirilmiştir (Şekil 24).

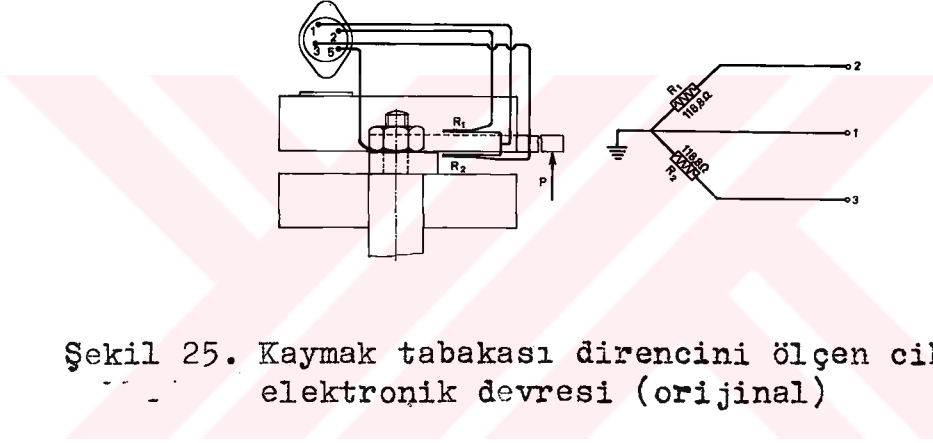


Şekil 24. Kaymak tabakası direncini ölçme düzeni (orijinal)

Kaymak bağlanmış toprak tabakasından dikdörtgen prizması şeklinde hazırlanan nümune, A tablası üzerindeki aralarında 7 cm

uzaklık bulunan iki mesnet arasına oturtulur ve B kolunun döndürülmesiyle bu tablanın yükselmesi sonucu C ankastre kirişi ucuna vidalanmış 30° tepe açılı D konisi ile zorlanır. Nümunenin zedelenmesini önlemek için sivri uca bir keçe parçası yapıştırıldı. B kolunun döndürülmesiyle tablanın, dolayısıyla kaymak bağlanmış toprak nümunesinin koni ucuna yaklaşma hızı 0,25 mm/dk olacak şekilde ayarlandı.

Kaymak tabakası direncinin ölçülmesinde kullanılan bu cihazın elektronik devresi Şekil 25 de görülmektedir.

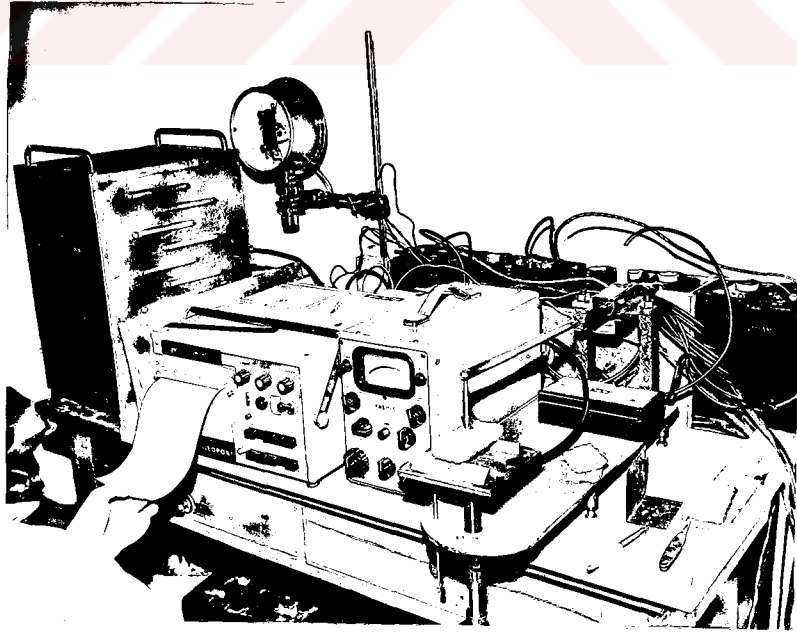


Şekil 25. Kaymak tabakası direncini ölçen cihazın elektronik devresi (orijinal)

Şekil 25 den de görüleceği üzere R_1 ve R_2 aktif uzama telleriyle Wheatstone köprüsünün iki kolu olan yarım köprü teşkil edilmiştir. P kuvvetinin etkisi altında R_1 de basılma, R_2 de çekilme meydana gelmesi nedeniyle uzama tellerinin dirençleri değişince Wheatstone köprüsünün dengesi bozulmakta ve deformasyonla orantılı olarak çıkış devresinde bir akım elde edilmektedir. Bu akım da yükselteç ıskalısından okunabildiği, kaymak tabakası direncinin zamana göre değişimini inceleyebilmek amacıyla ossiloport E ile de kaydedilebilmektedir. Gerek yükselteç ıskalısından ve gerekse ossiloport E kâğıdından kuvvetler, gramın onda birine kadar hassasiyetle okunabilmektedir. Denemelerde kullanılan dikdörtgen pirizması şeklindeki kaymak tabakası nümuneleri 1x3,5x7 cm büyüklüğünde olmuştur.

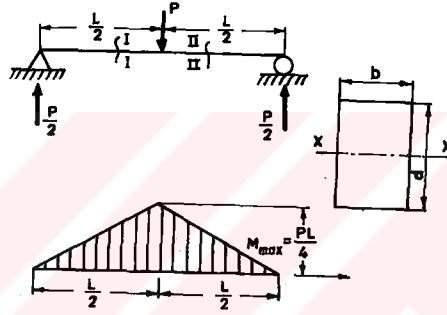
Sun'i yağmurlama ile üç ayrı granülasyon ve iki ayrı sıkıştırma basıncında meydana getirilmiş kaymak tabakası keskin bıçakla 5x9 cm büyüklüğünde dikdörtgen şeklinde kesilmiş ve sonra 1 mm kalınlığında çelik levhadan yapılmış E şeklindeki spatula ile bu dilimler dikkatlice yerinden alınmıştır. Numuneler, keskin bıçakla alttan ve yanlarından traş edilerek istenilen ölçüye 1x3,5x8 cm indirilmiştir.

Yukarıdaki şekilde elde edilmiş numuneler kaymak tabakası direnci ölçme cihazının tablasında kertiklerin üzerine dikkatlice oturtulduktan sonra kol vasıtasıyla tabla yükseltilerek numunenin koni ucuna yaklaşması temin edilmiştir. Numunelerin yüklenme hızı 0,25 mm/dak. olarak ayarlanmış ve bu hız her denemede aynı değerde tutulmuştur. Kırılma denemesinden geçirilmiş toprak numunelerinin ayrıca nem oranları da ölçülmüştür. Şekil 26 da kaymak tabakası direncini ölçme cihazı çalışma konumunda görülmektedir.



Şekil 26. Kaymak tabakası direncini ölçme cihazı çalışma konumunda (orijinel)

Ölçmelerden elde edilen kırılma kuvveti değerlerinden, her nümune için kırılma modülü (R) hesaplanmıştır. Şekil 27 de iki ucundan mesnetlendirilmiş ve tam ortadan nokta yüke maruz kirişte eğilme momenti diyagramı görülmektedir.



Şekil 27. Ortadan nokta yüke maruz kirişte eğilme momenti diyagramı (orijinal)

I-I kesiti için $(0 - \frac{L}{2})$ aralığında,

$$M_{I-I} = \frac{P}{2} \cdot x \quad (16)$$

II-II kesiti için $(\frac{L}{2} - L)$ aralığında,

$$M_{II-II} = \frac{P}{2} \cdot x - P \left(x - \frac{L}{2} \right) \quad (17)$$

moment değerleri yazılabilir. 16 no.lu denklemden,

$$x = 0 \text{ için } M = 0 \text{ ve } x = \frac{L}{2} \text{ için } M = \frac{P \cdot L}{4}$$

ve 17 no.lu denklemden

$$x = \frac{L}{2} \text{ için } M = \frac{P \cdot L}{4} \text{ ve } x = L \text{ için } M = 0$$

bulunur. Böylece

$$M_{\max} = \frac{P \cdot L}{4} \quad (18)$$

şeklinde elde edilir.

Kaymak tabakasının kırılma modülü (modulus of rupture)

$$R = \frac{M_{\max} \cdot C}{I_{x-x}} \quad (19)$$

formülü ile elde edilebilir (79,1956).

Bu formülde

- M_{\max} - Maksimum eğilme momenti (cm.kp)
 C - En uzak lifin tarafsız eksenden uzaklığı ($C = \frac{d}{2}$ dm)
 I_{x-x} - Dikdörtgen kesit için tarafsız eksene göre ata-
let momenti $\left(\frac{b \cdot d^2}{6} \right)$

19 no.lu formülde M_{\max} , I_{x-x} ve C değerleri yerlerine konursa, kırılma modülü için

$$R = \frac{3 P \cdot L}{2 b \cdot d^2} \quad (20)$$

formülü bulunur.

Bu formülde,

- R - kırılma modülü (g/dm^2)
 P - Nokta yükü (g)
 L - kiriş uzunluğu (dm)
 b - Kiriş kesitinin genişliği (dm)
 d - Kiriş kesitinin yüksekliği (dm) dir.

4.3. Toprağın Kuruma Değerinin Tespit Edilmesi

Tohumun çimlenmesi için yeter miktarda su, sıcaklık ve oksijene ihtiyaç vardır. Bu nedenle, tohum yatağında çimlenme için su ve sıcaklıkla beraber toprak havalanması da yeterli değilse başarılı bir çimlenme beklenemez. Tohuma optimum bir yaşama ortamı temin edecek kültürel tedbirlerin ortaya konulması için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Ekim zamanı tohum yatağında yeterli nem bulunması gerekir. Ayrıca mevcut bu nemin çimlenme ortamından kolaylıkla kaçmasını önleyecek tedbirler üzerinde de durulmalıdır. Konuya bu yönden bakınca problem, tohum yatağından toprak neminin kaçmasına etki eden faktörlerin ortaya konulması şekline dönüşmektedir.

Yukarıdaki düşüncelerin ışığı altında gerek tohum yatağının hazırlanması ve gerekse pamuk tohumlarının ekim makinası ile tohum yatağına bırakılması sırasında göz önüne alınması gereken esasların saptanması yoluna gidilmelidir.

Araştırmanın bu kısmında toprak granülasyonu ve toprak sıkıştırma basıncının tohum yatağından nemin kaçmasına etkileri incelenmiştir. Değişik granülasyon ve toprak sıkıştırma basıncında toprağın kuruma durumunu analiz edebilmek için Lewis'in difüzyon diferansiyel denkleminde faydalanılmıştır (6,1960). Denklemin izahına geçmeden evvel kurumanın terminolojisine değinmek faydalı olacaktır.

Adsorbsiyon. Kimyasal ve fiziksel adsorbsiyon olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Su-dane ikilisinde, kuruyan dane adsorbant ve sıvı veya buhar fazındaki su ise adsorbate olarak adlandırılır. Kimyasal adsorbsiyonda kuvvetli, fiziksel adsorbsiyonda ise zayıf bir bağ vardır. Adsorbsiyon olayı "reversibl" ve "irreversibl" olmak üzere iki kısımda da incelenir. Bu sınıflandırma, bağlı moleküllerin yeniden desorbe olabilmelerini tarif eder. Genellikle fiziksel adsorbsiyon "reversibl", kimyasal adsorbsiyon da "irreversibl" dir. Tek moleküllü (unimoleküler)

adsorbsiyonda adsorbe edilmiş tabaka bir molekül kalınlığında, çok moleküllü (multimoleküler) adsorbsiyonda ise birden fazla molekül kalınlığında kabul edilir. Dane-su ilişkisinin incelenmesinde multimoleküler adsorbsiyon teorisinden faydalanılmaktadır.

İzoterm. Sabit sıcaklıkta ordinatta denge nemi (M_e), ap-siste nisbi nem işaretlenerek izoterm eğrileri elde edilir. Dengeye yaklaşırken danecik su alırsa çizilen eğri sorbsiyon izoterm adını alır . Şayet dengeye gelirken daneden su uzaklaşırsa elde edilen eğri desorbsiyon izoterm olarak adlandırılır. Kuruma olayında desorbsiyon izoterm söz konusudur.

Denge nemi (Equilibrium Moisture Content). Islak bir dane sabit sıcaklık ve nisbi nemde kurumaya terkedilirse, sıcaklık ve nisbi neme bağlı olarak danedeki mevcut nem bir denge nemine (M_e) erişir. Çevrenin nisbi nemi arttıkça sıcaklık sabit kalmak şartıyla danenin denge nemi de artmakta, aksine sabit nisbi nem de sıcaklık arttıkça denge nemi azalmaktadır.

Denge neminin bulunması için çeşitli metodlar kullanılmaktadır (46,1952), (53,1955).

Denemelerde kullanılan Söke toprağının denge nemi (M_e), sıcaklığı $\% \pm 1-2$ ve nisbi nemi $\% \pm 3$ hassasiyetle sabit tutulabilen, kürsümüzdeki klima odasında saptanmıştır. (bk.bölüm 5.11). Bu amaçla evvelden bir miktar ıslatılarak 8 cm çapında derin olmayan cam kaplara yerleştirilen toprak numuneleri 15-16 gün sabit sıcaklık ve nisbi nemde klima odasında tutulduktan sonra nem oranları ölçülmüştür. Hesapla bulunan değerlerin ortalaması, toprağın denge nemi (M_e) olarak değerlendirmelerde kullanılmıştır. Denge nemi, deneme toprağı (Söke toprağı) için 23°C sıcaklık ve $\% 60$ nisbi nemde $\% 6,44 \pm 0,18$ olarak bulunmuştur.

Kuruma teorisinin temel araştırmacıları Sherwood ve Lewis'tir (51,1958). Sherwood postülasyonuna göre, kuruma işleminde iki farklı periyot müşahede edilir. Birinci periyotta materyalin

yüzeyi tam olarak ıslak kaldığından kuruma, evəparasyon şeklinde sabit alandaki serbest sıvı yüzeyinden olur. Islak kum, çok ıslak toprak ve yıkanmış tohumlar ilkin birinci periyotla kuruma-ya başlar. İkinci periyotta ise artık kuruma, serbest su yüzeyinde olduğu gibi olmaz. Bu dönemde kuruma iki kademedeyi gerçekleştirir. Önce, materyalin içinden yüzeye su hareketi olur, sonra yüzeyden su buharlaşır. Danenin içinden yüzeye doğru olan nem hareketini açıklayan birçok teoriler vardır (6,1960),(53,1955).

Zirai mahsullerin kurumasıyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda kuruma değerinin, materyalin nem oranı ve denge nemiy- le çok yakından ilgili olduğu görülmüştür. Sabit sıcaklık, nisbi nem ve hava hareketinde kuruma için Lewis (6,1960), difüzyon di- feransiyel denkleminin dayanan aşağıdaki semi-logaritmik denklemi elde etmiştir.

$$\text{Log}_e \frac{M_\theta - M_e}{M_0 - M_e} = -k\theta \quad (21)$$

Formülde,

- M_θ - Herhangi bir θ zamanındaki nem oranı (% kuru ağırlık)
 M_e - Denge nemi (% kuru ağırlık)
 M_0 - Başlangıçtaki nem (% kuru ağırlık)
 k - Kuruma değeri (h^{-1})
 θ - Zaman (h)

Bu denklem aşağıdaki şekilde de yazılabilir :

$$\frac{M_\theta - M_e}{M_0 - M_e} = e^{-k\theta} \quad (22)$$

21 ve 22 numaralı denklemler soğutma problemlerinde kul- lanılan Newton denkleminin analog denklemleridirler ve bütün ku- ruma problemlerinde uygun bir yaklaşıklıkla kullanılabilirler.

Toprak sıkışması ve toprak granülasyonunun topraktan nem kaybına olan etkisinin araştırılması ile ilgili denemelerin değerlendirilmesinde Lewis'in difüzyon diferansiyel denkleminin 22 no.lu şeklinden faydalanılmıştır.

4.4. Toprak Neminin Ölçülmesi

Toprak bünyesindeki su, yerçekimi suyu, kapilar su veya higroskopik su olabilir. Yerçekimi suyu, yerçekimi kurallarına uygun olarak toprak kütlesi içinde akar. Kapillar su kapillarite teorisine göre toprakta hareket eder. Higroskopik su ise toprak zerrelerini çevreleyen ince su filmi halindedir.

Tabii durumdaki ıslak toprak oda şartlarında kurumaya terkedilirse, yerçekimi suyu ve kapillar su topraktan ayrılacaktır. Bu durumdaki toprağa hava kurusu toprak denir. Higroskopik suyun topraktan ayrılabilmesi için toprak, suyun kaynama noktasının üstüne kadar ısıtılmalıdır. Bu amaçla toprak, kurutma dolabında 105-110°C sıcaklıkta ağırlığı sabit kalıncaya kadar kurutulur. Toprağın dolapta bekleme süresi olarak 24 saat tavsiye edilmektedir (69,1956). Elektrikli kurutma dolabı vasıtasıyla toprak neminin ölçülmesinde şu işlemler yapılmıştır. Islak toprak numuneleri, daraları bilinen çam kaplara konulduktan sonra, gramın onbinde birine kadar hassasiyetle okuma yapılabilecek elektrikli terazide tartılmışlar ve sonra kurutma dolabında 24 saat kurumaya terkedilmişlerdir. Bu müddet sonunda toprak numuneleri kurutma dolabından çıkarılarak eksikatör içinde elle tutulabilecek sıcaklığa kadar bekletildikten sonra yine elektrikli terazide tartılmışlardır. Ölçülen değerlere göre toprağın nem oranı aşağıdaki formülle bulunmuştur :

$$\varphi = \frac{W - W_0}{W_0} \cdot 100 \quad (23)$$

Bu formülde,

W - ıslak toprak ağırlığı (g)

W_0 - Kuru toprak ağırlığı (g)

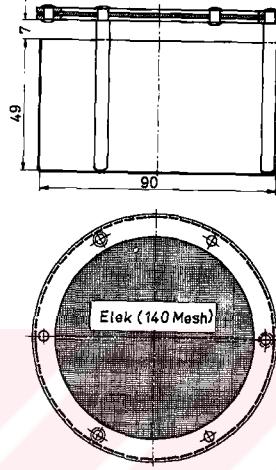
φ - Kuru ağırlık yüzdesi olarak toprağın nem oranıdır.

Kurutma dolabı ile toprak nemi ölçmelerinde hassasiyet $\% \pm 0,5$ olarak verilmektedir (17,1965).

Kurutma dolabı ile toprak neminin ölçülmesinde fazla zamana ihtiyaç olduğundan, bazı hallerde alkolle yakma metodu kullanılmıştır. Toprak neminin sabit faktör olarak rol aldığı yetiştirme sandığı ve toprak kanalındaki denemelerde özellikle alkolle yakma metodu zorunlu olarak kullanılmıştır. Zira, bu denemelerde toprak nemini denemenin kurulması anında istenilen seviyeye getirebilmek için, nem değerini acele olarak veren ölçme metoduna ihtiyaç duyulmuştur.

Alkolle yakma metoduyla toprak neminin ölçülmesi, etil, metil veya propil alkolü toprakla beraber yanması sırasında evaporasyonla higroskopik suyun topraktan alınması esasına dayanır. Alkolle yakma metoduyla seri çalışma halinde 10-15 dakika içinde $\% \pm 0,5-1$ hata ile nem tayini yapmak mümkün olmuştur. Şüphesiz bu ölçme hatası toprakta organik madde miktarı fazlalaştıkça artmaktadır. Bouyouces (17,1965), bu metod için toprakta organik madde miktarının $\% 11$ in altında olması gerektiğini bildirmektedir. Bouyouces'in yaptığı araştırmalara göre, alkolle toprağın yakılması sırasında toprak numunesinin ortasında 130°C , kenarlarında 160° sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Oganesyanyan (17,1965), ise toprak numunesi yüzeyinde $120-130^{\circ}\text{C}$, merkezinde ise $90-100^{\circ}\text{C}$ sıcaklık değerleri tesbit etmiştir. Sıcaklık farklarından ötürü toprak numunesi üniform olarak kuruyamadığı gibi organik madde kaybı da olduğundan bu metod, dolapta kurutma metoduna göre şüphesiz pek hassas değildir. Ancak, toprak neminin anında bilinmesi gereken hallerde uygun bir doğrulukla kullanılabilir. Alkolle yakma metoduyla toprak nemini ölçmek üzere Şekil 28 de görüldüğü gibi 90 mm çapında ve 49 mm yüksekliğinde olan

alüminyum kap içine 140 mesch'lik paslanmaz telden yapılmış üç ayaklı elek yerleştirilerek yaş toprak nümuneleri bu elek üzerinde yakılmıştır. Alüminyum kabın üst kenarı ile elek arasında



Şekil 28. Alkolle yakma metoduna göre toprak nemi ölçü kapları (orijinal)

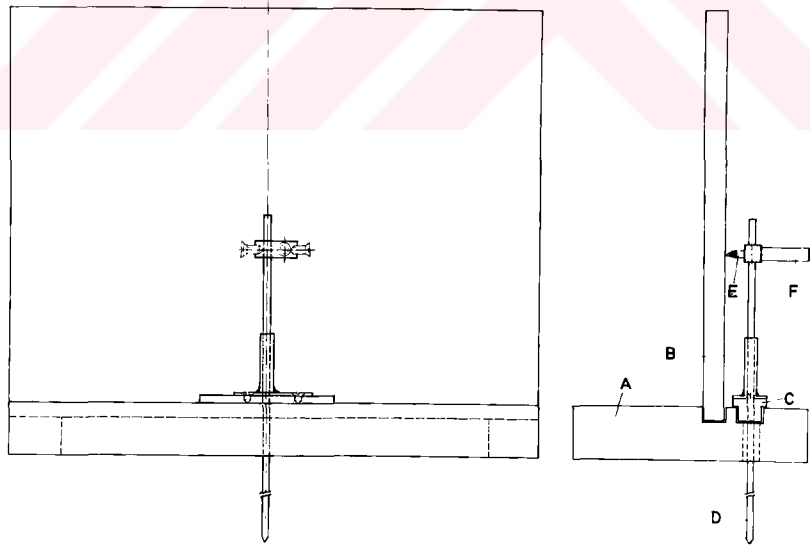
bırakılan 7 mm lik aralık kap içinde yanan ispirtonun yeteri kadar hava almasını sağlamıştır. Nemi ölçülecek topraktan takriben 10-20 g lik nümuneler alınarak tel eleğin üzerine serildikten sonra kapla beraber elektrikli terazide tartılarak, kabın darasını çıkardıktan sonra geri kalan her gram toprağa 1 ml ispirto isabet edecek şekilde alkolle sature edilmiştir. Toprak nümunesindeki nemin yeteri kadar buharlaşmasını sağlamak için yakma işlemi iki defa tekrarlanmıştır. Kaplar soğur soğumaz yine elektrikle terazide tartılarak kuru toprak ağırlığı bulunmuş ve bu değerlerden 23 no.lu formüle göre toprak nemi hesaplanmıştır.

4.5. Çizi Profillerinin Çıkarılması

Toprak işleme çalışmalarında toprak kabarmasının ve yüzey pürüzlülüğünün tayininde toprak profilografından (rölyefmetre)

faaydalanılmaktadır. Profilograf, toprak işleme çalışmalarından sonra toprağın kabarma derecesinin, toprak işleme derinliğinin ve yüzey pürüzlülüğünün tespit edilmesinde diğer metodlara karşı üstün tutulmaktadır. Çeşitli araştırıcılar, amaçlarına uygun olarak değişik profilograflar meydana getirmişlerdir. Örneğin, Mutaf (80,1953), Keçecioglu (66,1967), Quwerkerk ve Schakel (88,1965) toprak işleme çalışmalarının sonucunu karakterize edebilmek amacıyla değişik profilograf kullanmışlardır.

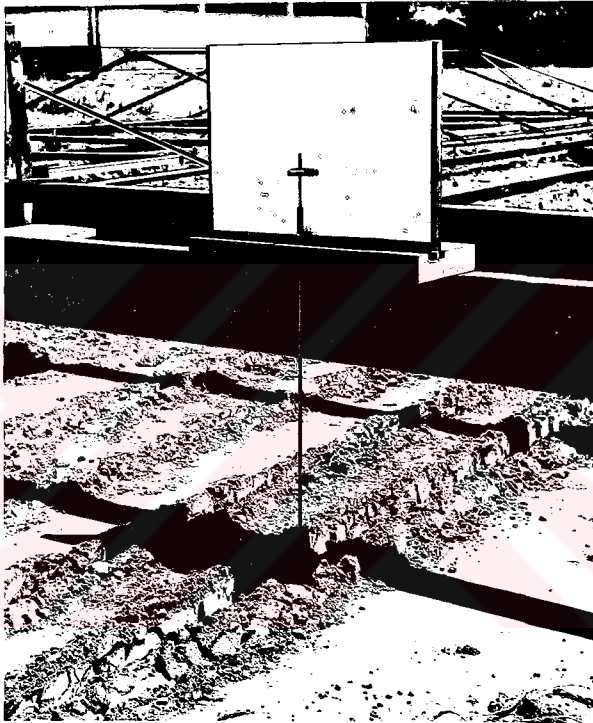
Toprak kanalında yapılan çalışmalarda çeşitli gömücü ayakların toprakta açtığı çizilerin profillerinin çıkarılmasında E.Đ. Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsünde meydana getirilen basit fakat kullanışlı bir toprak profilografından faydalanılmıştır (şekil 29).



şekil 29. Toprak profilografı (orijinal)

Toprak profilografı gürğenden yapılmış bir taban (A), üzerine milimetrik kâğıt geçirilmış 350x450 mm boyutunda bir tahta (B), A tabanı üzerinde kaydırılabilen bir kızak (Ç) ve toprak

rölyefini izlemeyi mümkün kılan ucu sivri D profil izleme çubuğundan ibarettir. D çubuğu üzerinde bulunan bir kalem (E), toprak profilini 1/1 ölçeğinde milimetrik kâğıt üzerine geçirir. Kalemin bağlı olduğu profil izleme çubuğu taban üzerinde bulunan bir kızakla beraber sağa sola, kızak üzerindeki yatak vasıtasıyla de F kolundan tutularak aşağı yukarı serbestçe hareket ettirilebilmektedir.



Şekil 30. Profilograf kanal arabası üzerinde çalışma konumunda (orijinal)

Kanal arabasına yerleştirilen bu profilograf (Şekil 30), gömücü ayak geçmeden önce ve geçtikten sonra toprak yüzeyinin aynı düşey düzlem üzerindeki toprak profilleri alındı. Kanaldaki toprağın yüzeyi itina ile düzeltilmiş olduğundan gömücü ayak geçmeden evvelki profil bir doğrudur. Aletin çalışma hızına ve iş derinliğine bağlı olarak elde edilen değişik profil eğrileriyle bu doğru arasındaki alanların, aletin deformasyon etkisini gösterdiği kabul edilirse bu alanların, gömücü ayağın olması gereken konstrüktif deformasyon alanına oranı da örseleme katsayısını verir.

Yapılan denemelerde elde edilen bu alanlar planimetre ile ölçülerek değerlendirilmiş ve gömücü ayakların çalışma hızları ve iş derinliklerine bağlı olarak örseleme katsayıları bulunmuştur.

5. DENEMLERİN TERTİPLENMESİ

5.1. Klima Odasında Yapılan Denemelerin Tertiplenmesi

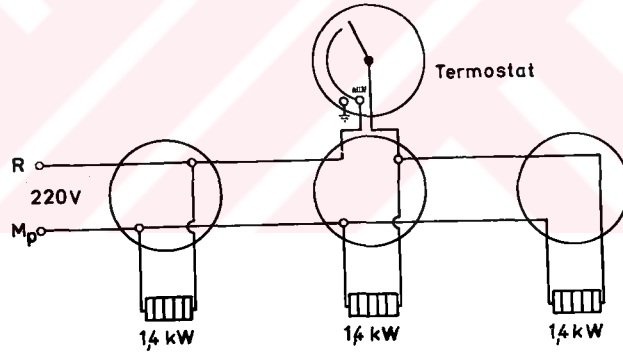
Toprak sıkıştırma basıncı ve granül iriliğinin pamuk tohumunun çimlenmesi üzerine yaptığı etkilerin araştırılması, kaymak tabakası direnciyle çimlenme değerleri arasındaki korelasyonun saptanması ve granül iriliği ve toprak sıkışmasıyla toprağın kuruma değeri arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amacıyla E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsünde bir klima odası hazırlanmıştır.

5.11. Klima Odasının Hazırlanması

Çevrenin iklim şartlarını simüle ederek çeşitli araştırmaların yürütülmesine imkân veren klima odaları ve klimatolojik rüzgâr tünelleri, bir çok araştırmacılar tarafından kullanılmıştır. Weatherly ve Barrs (85,1968), tütün üzerine iklim değişikliklerinin etkisini inceleyebilmek amacıyla klimatolojik rüzgâr tüneli, Roberts ve Cole ise Orta Afrika şartlarını temin eden otomatik ve elektronik kontrollü klimatolojik rüzgâr tünelleri meydana getirmişlerdir. Housley ve arkadaşları (52,1961), bitki üzerinde yapılan araştırmalarda kullanılmak üzere meydana getirdikleri yetiştirme odalarında, Honeywell H22 hümâdistatı ile nisbi nemi $\% \pm 3$, Sunvic TS termostatları yardımıyla da oda sıcaklık derecesini $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle muhafaza edebilmişlerdir.

Yukarıda belirtilen araştırma ve tespitlerin yapıldığı 4x3x3 m boyutundaki klima odasının hava sıcaklığı 23°C ve nisbi nemi de $\% 60$ kabul edilmiştir. Bu değerler Söke ve çevresinin 1966, 1967 ve 1968 yılları Nisan ve Mayıs ayları sıcaklık ve nisbi nem ortalamaları dikkate alınarak tayin edilmiştir.

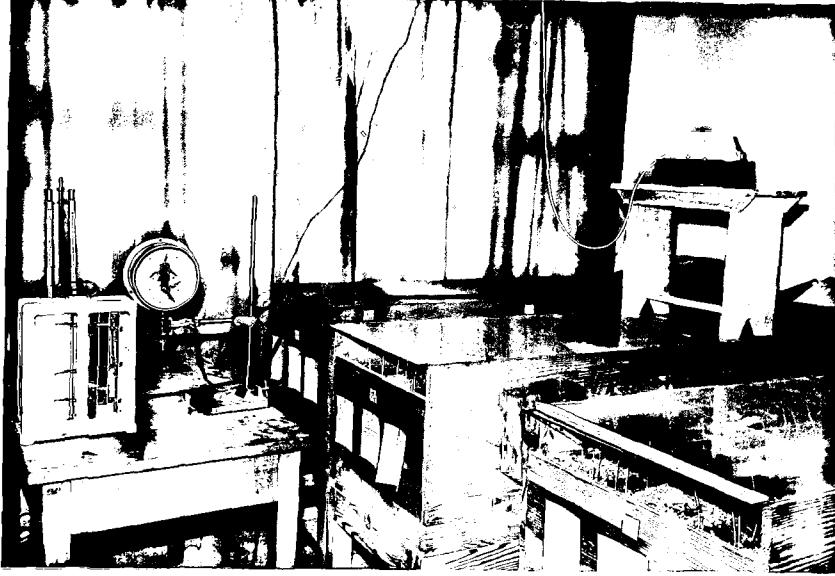
Klima odasının ısıtılmasında 3 adet 1,4 kW lık elektrik sobası ve sıcaklığın 23°C de sabit tutulmasında Satschwel TM oda termostatu (92) kullanılmıştır. Otomatik ısıtma düzeninin elektrik tesisat şeması Şekil 31 de görülmektedir. Şekil 31 den görüleceği üzere 3 adet elektrik sobasından birisi şebekeye direkt bağlanmış, diğer ikisi ise termostatın kumandasına terkedilmiştir. Bu şekilde termostatın fazla yüklenmesi de önlenmiştir. Termostat-elektrik sobası ikilisiyle kontrol edilen klima odası sıcaklığı, Thies firması imalatı meteorograf vasıtasıyla haftalık olarak devamlı kaydedilmiştir. Yapılan kayıtlar sıcaklığın $\pm 1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle kontrol edildiğini göstermiştir. Denemeler Kış aylarında yürütüldüğünden dış hava etkisiyle sıcaklık yükselmesi söz konusu olmamış ve sıcaklığın kontrolunda bir zorlukla karşılaşılmamıştır.



Şekil 31. Otomatik ısıtma düzeninin elektrik tesisat şeması (orijinal)

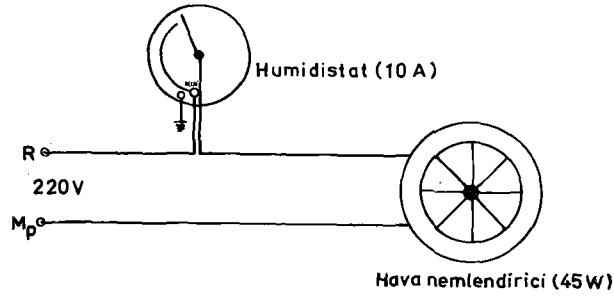
Klima odasındaki havanın nisbi nemi Thies marka termohigrostat (54) ve hava nemlendirici (7) ikilisiyle otomatik olarak $\% \pm 3$ hassasiyetle kontrol edilmiştir. Termo higrostat-hava nemlendirici ikilisinden meydana gelen otomatik kontrol sisteminin klima odasındaki genel görünüşü Şekil 32 de verilmiştir.

Denemeler sırasında klima odasındaki nisbi nem seviyesinin $\% 60$ ı aşması ise, bir havalandırma deliğine yerleştirilmiş ayarlı kapak vasıtasıyla ve bu da yetmediği takdirde oda kapısının



Şekil 32. Havanın nisbi nemini kontrol eden sistem (orijinal)

biraz açık bırakılmasıyla önlenmiştir. Şekil 33 de hümidistat ve hava nemlendiricinin elektrik tesisat şeması görülmektedir.

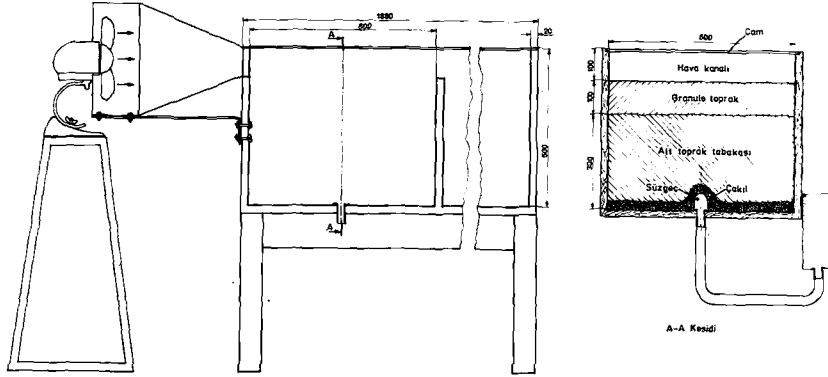


Şekil 33. Nisbi nem kontrol sisteminin elektrik tesisat şeması (orijinal)

5.12. Yetiştirme sandıkları ve hazırlanmaları

Otomatik kontrol düzenleriyle sıcaklık ve nisbi nemi devamlı olarak kontrol edilen klima odasına 3 adet yetiştirme sandığı yerleştirilmiştir. Yetiştirme sandıklarınının her biri üçer bölmeli

olup, her bölmenin uzunluğu 600 mm, genişliği 600 mm ve yüksekliği 400 mm dir (Şekil 34).



Şekil 34. Yetiştirme sandıkları (orijinal)

Bölmelerin iç yüzeyleri çinko saçla kaplanarak su sızmasının önüne geçilmiştir. Gereğinde alttan taban suyu verebilmek amacıyla her bölme için yine çinkodan yapılmış su kapları, seviyeleri ayarlanabilecek şekilde sandığa asılmıştır. Bölmelerin tabanında açılan su giriş deliği ağzına tel elek kaplandıktan sonra tabana takriben 4 cm kalınlığında çakıl tabakası serilmiştir. Konulan bu çakıl, alttan verilen suyun üniform şekilde tabana yayılmasını sağlamaktadır. Çakılın üzerine, Söke'den getirilen milli-killi-tınlı pamuk toprağı hiç bir işleme tâbi tutulmadan getirildiği şekliyle bölmelere tabandan itibaren 300 mm yüksekliğe kadar doldurulmuştur. Alt toprak tabakasının üzerine deneme plânına uygun olarak eşik seviyesine kadar 100 mm kalınlığında değişik granülasyondaki toprak tabakası yerleştirilmiştir. Granül iriliği kademeleri 1,5-3, 3-6, 6-11 mm olarak alınmıştır. Bu granül fraksiyonları E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsünde mevcut ve eleklerin titreşim periyodu ayarlanabilen bir eleme makinasının (Şekil 35) yuvarlak delikli elekleriyle elde edilmiştir. Toprak nünuneleri havada kuru

olarak elenmiştir. Bu şekilde delik çapları değişik 4 elek, 3 değişik granül iriliğinde deneme toprakları elde edilmiştir.



Şekil 35. Toprak eleme düzeni çalışma konumunda (orijinal)

Tarla kapasitesine yakın toprak neminde çalışıldığında, granüle toprağın ve pamuk tohumunun bölmelere yerleştirilmesinde şu sıra izlendi :

Önce granüle toprak kuru olarak ekim derinliği seviyesine kadar bölmelere dolduruldu. Bunun üzerine her bölmeye iki sıra halinde eşit aralıklarla 40 adet pamuk tohumu yerleştirildi ve üzerleri 3 cm kalınlığında granüle toprakla örtüldü. Sıralar arasındaki mesafe 30 cm olarak alındı. Daha sonra alttan su vermek suretiyle, bu üst granüle toprak tabakasının nem oranı istenilen seviyeye getirildi. Daha düşük toprak nemli çalışıldığında granüle toprak bölmelere yerleştirilirken nemlendirildi. Her defasında 3 cm kalınlığında toprak tabakası sermek ve bunu kaymak tabakası meydana gelmiyecek şekilde pülverizatörle hesaplı olarak nemlendirmek suretiyle bölmelere istenilen nem oranında 7 cm kalınlığında granüle bir toprak tabakası yerleştirildi. Sonra bunun üzerine pamuk

tohumları, iki sıra halinde ve her sırada 20 tohum bulunacak şekilde eşit aralıklarla dizilip üzerleri granüle toprakla örtüldü.

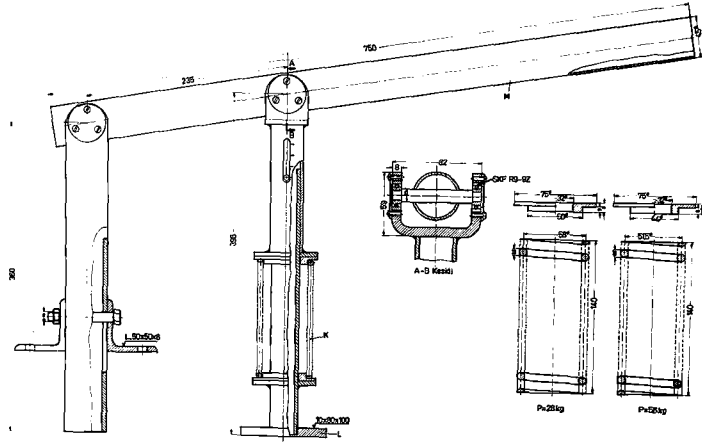
Pamuk tohumlarının aynı derinlikte ekilmesini sağlamak için çiziler, bir tahtaya tespit edilmiş ve iş derinliği sandığın kenarına göre sabit tutulabilen 2 çizikle çizildi. Pamuk tohumları bu şekilde açılan çizilere yerleştirildikten ve üzerleri 3 cm kalınlığında granüle toprakla örtüldükten sonra toprak yüzeyi aynı tahtanın aşağı kenarı ile tesviye edildi (Şekil 36). Pamuk tohumu, E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsünde yapılan toprak kııştırma cihazı (compactor) ile bastırıldı. Kompaktör, esas olarak bir yay (K), 10x80x100 mm ölçüsünde dikdörtgenler prizması şeklinde bir baskı plakası (L) ve manivela kolundan (M) ibarettir (Şekil 37).



Şekil 36. Toprak yüzeyinin tesviye edilmesi (orijinal)

Manivela kolu aşağı bastırıldığında bir yay vasıtasıyla baskı plakasını toprağa bastırmaktadır. Bu kompaktör laboratuvarında induktif elektronik kuvvet alıcısı ve yükselteç ölçü düzeni ile 0,35 ve 0,70 kp/cm² değerlerine göre kalibre edilmiştir. Şekil 38 de kompaktör kalibrasyon düzeni görülmektedir. Şekil 39 da aynı kompaktörle sıkıştırma basıncının toprak yüzeyine uygulanması

Şekil 40 da ise bununla bastırılmış ekim sıraları görülmektedir.

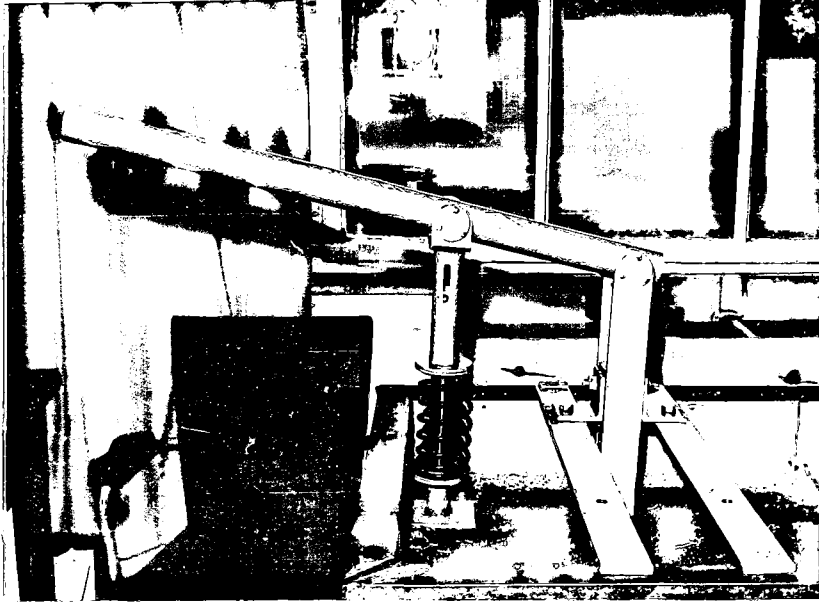


Şekil 37. Kompaktör teknik resmi (orijinal)

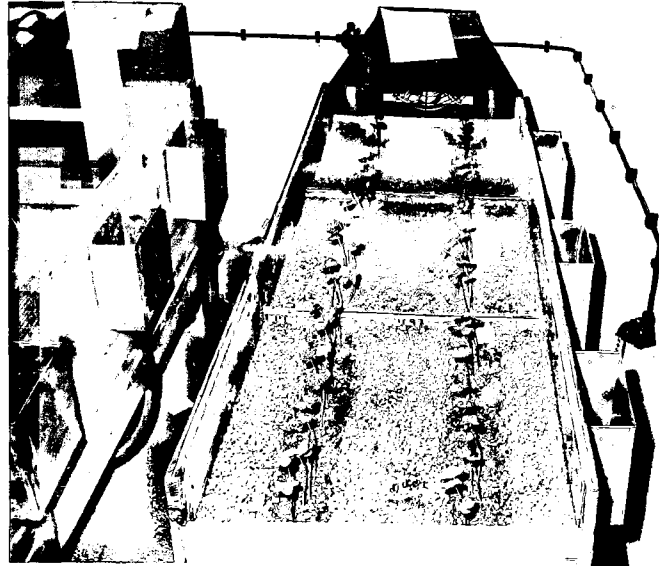


Şekil 38. Kompaktör kalibrasyon düzeni (orijinal)

Pamuk tarlalarında ekim mevsimindeki şartların klima odasında aynen simüle edilebilmesi için havanın sıcaklık ve nisbi neminin kontrolundan başka yetiştirme sandıkları üzerinde dış şartlarda daim mevcut olan belli bir hava hareketinin de temin



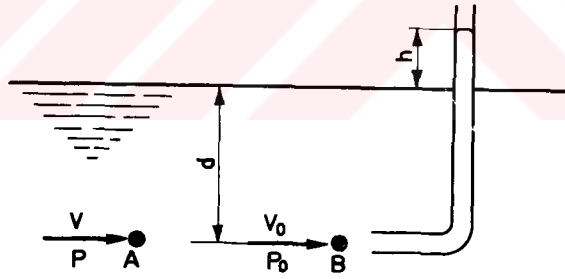
Şekil 39. Kompaktörle toprağın bastırılması (orijinal)



Şekil 40. Kompaktörle sıkıştırılmış bölme topraklarının genel görünüşü (orijinal)

edilmesi zorunludur. Bu maksatla, yetiştirme sandığının üzerâ cam plaka ile örtülerek 90x600x1880 mm ölçülerinde bir hava kanalı meydana getirilmiştir. Bunun başına yerleştirilen normal bir oda vantilatörünün meydana getirdiği hava akımı, sağtan yapılmış bir huni vasıtasıyla camla toprak yüzeyi arasına sevkedilmiştir. Hava kanalındaki rüzgârın hızı Söke'de ekim mevsiminde esen ortalama rüzgâr hızı dikkate alınarak, uygun vantilatör devir adetleri seçmek suretiyle 1,86 m/s olacak şekilde ayarlanmıştır. Rüzgâr hızının ayarlanmasında Debro-Werk firmasının miniskop cihazı (34) ile pitot borusundan faydalanılmıştır.

Kapalı bir hava kanalında rüzgâr hızını ölçmek amacıyla yerleştirilen bir pitot borusunun önündeki bir A noktasında hava hızı V ve basınç P , diğer bir B noktasında ise hız $V_0=0$ iken basınç herhangi bir P_0 değerini alacaktır (Şekil 41).



Şekil 41. Pitot borusu ile hız ölçülmesi (Douglas'tan)

Bernouilli teoremine göre (28,1961), A noktasındaki toplam enerji, B deki toplam enerjiye eşit olduğundan

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{P}{W} = \frac{V_0^2}{2g} + \frac{P_0}{W} = \frac{P_0}{W} \quad (25)$$

yazılabilir. Yukarıdaki eşitlikten

$$V = \sqrt{2g \frac{P_0 - P}{W}} \quad (26)$$

teorik hız formülü elde edilir. Kullanılan pitot boruları için borunun dizaynına bağlı olan bir C katsayısı verilir. Bu C kalibrasyon katsayısı 0,98...1,0 arasında değişir (42,1956). C kalibrasyon katsayısı dikkate alınarak 26 no.lu formül aşağıdaki gibi yazılabilir :

$$V_h = C \sqrt{2g \cdot \frac{P_o - P}{W}} \quad (27)$$

Bu formülde,

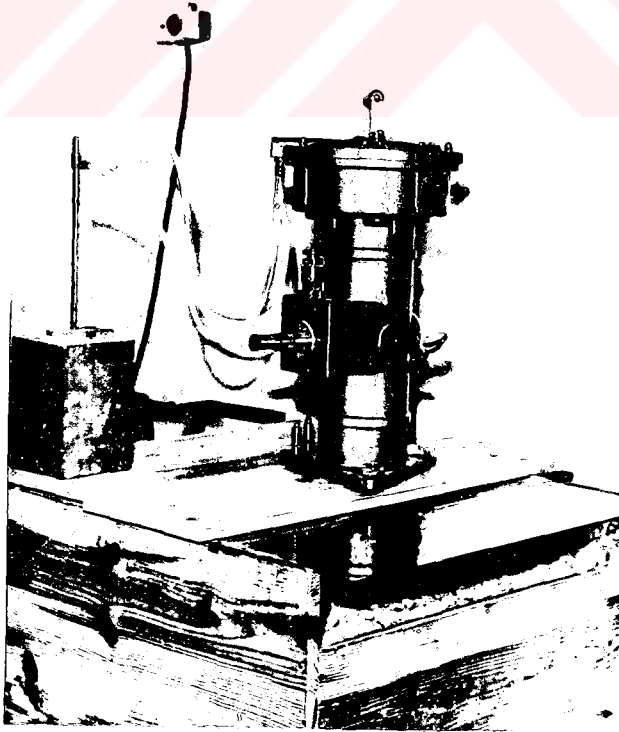
V_h - Hakiki rüzgâr hızı (m/s)

g - Yerçekimi ivmesi (m/s^2)

$(P_o - P)$ - Miniskopta okunan basınç farkı ($kp/m^2 \approx mmSS$)

W - Havanın özgül ağırlığı (kp/m^3) dir.

Yetiştirme sandıklarının hava kanallarındaki rüzgâr hızları ön ve arka eşikte olmak üzere iki kesitte ölçülmüştür. Rüzgâr hızı ölçme düzeni Şekil 42 de görülmektedir.



Şekil 42. Rüzgâr hızı ölçme düzeni çalışma konumunda (orijinal)

Her üç sandıkta eşik düzlemlerindeki enine kesitlerin orta tabanları üzerinden alınan değerlerden 27 no.lu formüle göre hesaplanan rüzgâr hızı değerleri Şekil 43 te verilmiştir. Elektrik devresine senkron saat konularak vantilatörlerin 20 günlük çalışma devresi içinde aşını derecede aşınmalarını önlemek için öğleyin ve gece yarısı birer saat olmak üzere günde 2 saat durmaları temin edilmiştir.

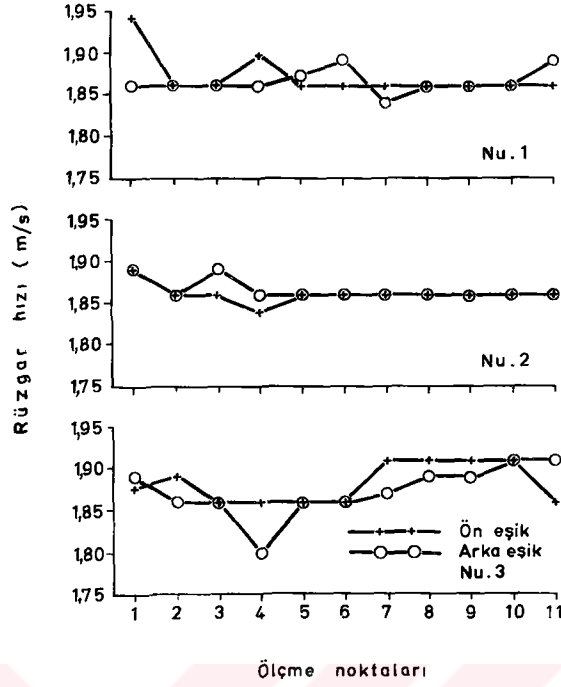
5.13 . Klima Odasında Yapılan Denemelerin Tanıtılması

Pamuk ekiminde mekanik esasların tespiti amacıyla klima odasında 7 ayrı deneme yapılmıştır. I,II,III,IV ve V no.lu denemelerde toprak granülasyonu ve toprak sıkıştırma basıncının pamuk tohumu çimlenmesi üzerine olan etkileri incelenmiş, VI no.lu denemede 3 ayrı granül iriliğindeki toprakta yağmurlama ile meydana getirilen kaymak tabakası direnciyle çimlenme arasındaki ilişki ve VII no.lu denemede ise toprak granülasyonu ve toprak sıkıştırma basıncının tohum yatağında meydana gelen nem kaybına olan etkileri araştırılmıştır. Bu 7 ayrı deneme kısaca şu şekilde tertiplenmiştir :

5.131. Toprak Granülasyonu ve Sıkıştırma Basıncının Pamuk Tohumu Çimlenmesine Olan Etkisini Araştırmak Amacıyla Yapılmış Denemeler :

Deneme I. Bu denemeler değişik granüllü (1,5-3, 3-6, 6-11 mm) üç ayrı toprakta ve üç ayrı sıkıştırma basıncı (0;0,35; 0,70 kp/cm²) değerlerinde yapıldı. Deneme başlangıcındaki toprak nemi % 32 civarında tutuldu. Deneme sırasında alttan ve üstten su verilmedi.

Deneme II. Toprak numuneleri, sıkıştırma basınçları ve bastırma şekli deneme no.I de olduğu gibidir. Deneme başlangıcındaki toprak nem oranı ise % 22 idi. Taban suyu toprak yüzeyinden 20 cm aşağıda tutuldu.



Şekil 43. Kanal kesitinin orta tabanı üzerinde çeşitli noktalardaki rüzgâr hızlarının değişimi (orijinal)

Deneme III. Aynı granül iriliğindeki topraklara ekilen tohum önce ekim derinliği seviyesinde $0,35 \text{ kp/cm}^2$ basınçla bastırıldıktan ve üzeri 3 cm kalınlığında granüle toprak tabakası ile örtüldükten sonra ayrıca yüzeyden de 0, $0,35$, $0,70 \text{ kp/cm}^2$ basınçlarla bastırıldı. Deneme başlangıcındaki toprak nemi % 21 idi. Taban suyu toprak yüzeyinden 35 cm aşağıda tutuldu.

Deneme IV. Deneme başlangıcında alt ve üst granüle toprak tabakasının nemi % 13 idi. Bu toprak neminde tohumlar ekildikten sonra ^{ekim} derinliği seviyesinde üç ayrı toprak sıkıştırma basıncında (0 , $0,35$, $0,70 \text{ kp/cm}^2$) bastırıldı. Ekimden sonra yüzeyden ve alttan su verilmedi. Granül irilikleri değişik (1,5-3, 3-6, 6-11 mm) üç toprak numunesi üzerinde çalışıldı.

Deneme V. Toprak nemi başlangıçta % 25 te tutuldu. Tohumlar ekildikten sonra toprak üç değişik basınçta (0 , $0,35$, $0,70 \text{ kp/cm}^2$) yüzeyden bastırıldı. Ekimden hemen sonra ise 17 mm lik

yağmurlama yapıldı. Yine üç ayrı granül iriliğindeki (1,5-3,3-6, 6-11 mm) topraklarda çalışıldı.

5.132. Kaymak Tabakası Direnciyle Çimlenme Arasındaki İlişkiyi Araştırmak Amacıyla Yapılan Deneme.

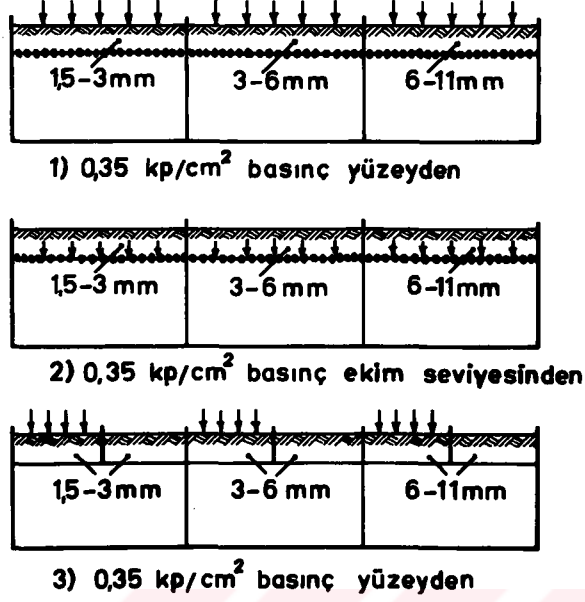
Deneme VI. Önce 30 cm kalınlığındaki alt toprak tabakası alttan su verilmek suretiyle % 29 toprak nemi seviyesine getirildi. Sonra bu alt toprak tabakasının üzerine 3 cm lik tabakalar halinde granüle toprak katmanları serilerek granülasyon bozulmayacak tarzda % 29 nem seviyesine kadar pülverizatörle ıslatıldı. Şekil 44 den görüleceği üzere pamuk tohumu yerleştirilmiş olan sandıkların 1 numaralı 0,35 kp/cm² basınçla yüzeyden, 2 numaralı ise yine 0,35 kp/cm² basınçla ekim derinliği seviyesinden kompaktörle sıkıştırıldı. 3 numaralı sandıkta ise her bölme ayrı granül iriliğinde toprak tabakası ile doldurulduktan sonra bir camla iki kısma bölünmüş ve her üç bölmenin yarı kısımlarına basınç tatbik edilmezken, diğer yarılardan yüzeyden 0,35 kp/cm² basınçla sıkıştırılmıştır.

I ve II numaralı sandıklara tohum ekildikten sonra her üç sandığın bölmelerine sabit basınçlı M.K.E.pülverizatörü ile 1,5 atmosferlik püskürtme basıncında 20 mm/h intensitesinde sun'i yağmur tatbik edilmiştir.

Çimlenmeyle kaymak tabakası direnci arasındaki ilgiyi tespit etmek amacıyla 1 ve 2 numaralı sandıklarda çimlenme sayımları yapılırken, 3 numaralı sandıktan alınan kaymak tabakası nümunelelerinde kırılma modülü ölçülmüştür.

5.133. Toprak Granülasyonu ve Sıkıştırma Basıncının Tohum Yatağından Nem kaybına Etkilerini Araştırmak Amaçıyla Yapılan Deneme.

Deneme VII. Bu deneme 2 ayrı toprak neminde (takriben % 25 ve % 31) olmak üzere, granül irilikleri değişik üç toprakta (1,5-3, 3-6, 6-11 mm), üç sıkıştırma basıncında (0, 0,35, 0,70 kp/cm²) ve üçer tekerrür halinde yapıldı. Karışıklığa meydan



Şekil 44. Deneme VI. Uygulama şeması (orijinal)

vermemek için kutular numaralanarak denemeler aşağıdaki cetvelde görüldüğü gibi düzenlendi (Cetvel 3).

Deneme, evvelce anlatılan klima odasında yürütüldü. Klima odasının nisbi nemi % 60 ve sıcaklığı da 23°C de otomatik kontrolla sabit tutuldu. Topraklar kutulara doldurulmadan evvel, belirli toprak nem oranına kadar nemlendirildi. Bu amaçla hava hareketinin az olduğu bir odada, beton zemin üzerine ince bir tabaka halinde serilmiş olan havada kuru topraklar, otomatik pülverizatörle 3 atmosferlik püskürtme basıncında yeknesak olarak nemlendirildi. 6-7 saat kadar bekletilerek, bütün toprak kütleindeki nem dengeli bir hale geldikten sonra, bu topraklar 140 mm yüksekliğinde ve 100 mm çapında olan teneke kutulara konuldu. Her kutunun 65 mm yüksekliğinde olan üst kısmındaki toprakta meydana gelen nem kaybını tesbit edebilmek için kutular, iki parçalı yapıлып üst ve alt kısımlarına doldurulan topraklar bir tülbentle birbirinden tecrit edildi. Bu araştırmada kutunun yalnız üst kısmındaki toprağın nem kaybı ölçülerek incelendi. Teneke kutular doldurulurken

Cetvel 3. Deneme VII nin Plânı

Toprak sıkıştırma basıncı, kp/cm ²	Bastırma şekli	Toprak nemi derecesi	Granül iriliği mm		
			1,5-3	3-6	6-11
0	-	Yüksek	A ₁	B ₁	C ₁
			A ₂	B ₂	C ₂
			A ₃	B ₃	C ₃
0,35	yüzeyden		A ₄	B ₄	C ₄
			A ₅	B ₅	C ₅
			A ₆	B ₆	C ₆
0,70	yüzeyden		A ₇	B ₇	C ₇
			A ₈	B ₈	C ₈
			A ₉	B ₉	C ₉
0,35	ekim seviyesinden		A ₁₀	B ₁₀	C ₁₀
			A ₁₁	B ₁₁	C ₁₁
			A ₁₂	B ₁₂	C ₁₂
0,70	ekim seviyesinden	A ₁₃	B ₁₃	C ₁₃	
		A ₁₄	B ₁₄	C ₁₄	
		A ₁₅	B ₁₅	C ₁₅	
0	-	Alçak	A ₁₆	B ₁₆	C ₁₆
			A ₁₇	B ₁₇	C ₁₇
			A ₁₈	B ₁₈	C ₁₈
0,35	yüzeyden		A ₁₉	B ₁₉	C ₁₉
			A ₂₀	B ₂₀	C ₂₀
			A ₂₁	B ₂₁	C ₂₁
0,70	yüzeyden		A ₂₂	B ₂₂	C ₂₂
			A ₂₃	B ₂₃	C ₂₃
			A ₂₄	B ₂₄	C ₂₄
0,35	ekim seviyesinden		A ₂₅	B ₂₅	C ₂₅
			A ₂₆	B ₂₆	C ₂₆
			A ₂₇	B ₂₇	C ₂₇
0,70	ekim seviyesinden	A ₂₈	B ₂₈	C ₂₈	
		A ₂₉	B ₂₉	C ₂₉	
		A ₃₀	B ₃₀	C ₃₀	

eşit miktar ve volüm ağırlığında toprak alabilmeleri için mekaniksel titreşime tâbi tutuldu. Toprağı bastırılan kutular, bastırma seviyesinin üstünde belli bir yüksekliğe kadar aşırı derecede dolduruldu. Bastırma kuvveti cetvel 3 de verilen deneme plânına uygun olarak dairesel bir bastırma plakası kullanılarak tatbik edildi. Kutuların alt ve üst kısımları arasında nem kaybını önlemek amacıyla, bu aralıklar lastik halkalarla kapatıldı (Şekil 45).



Şekil 45. Deneme kutusu (orijinal)

Yukarıda açıklandığı şekilde hazırlanan kutular, 120 saat süre ile 1,86 m/s hızında bir hava akımının etkisi altında bırakıldı. Bunun için de klima odasında evvelce kullanılmış olan yetiştirme sandıklarından faydalanıldı. (Şekil 46). Beş gün devam eden bu deneme süresi içinde kutuların tülbentle ayrılan üst kısımları her gün tartılarak topraktaki nem kaybının seyri izlendi.

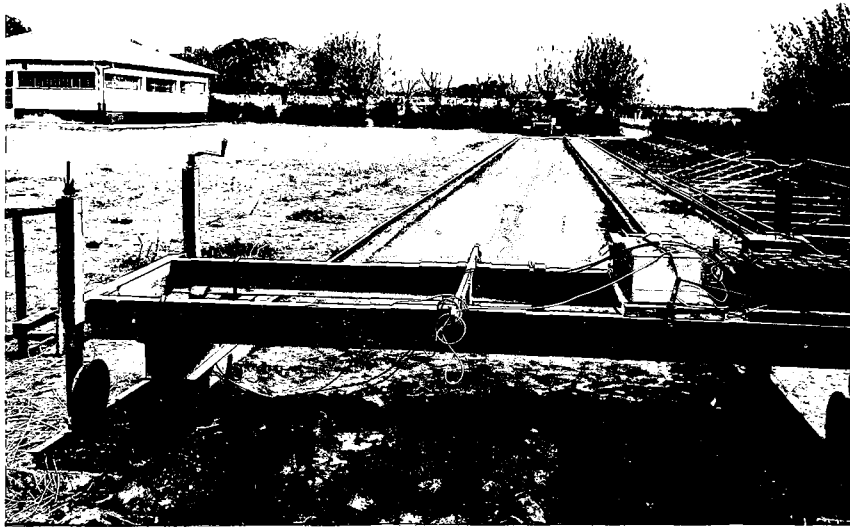
5.2. Kanal Denemelerinin Tertiplenmesi

5.2.1. Toprak Kanalları, kanal arabası ve çeki düzeni

Araştırmaların yapıldığı toprak kanalı (Şekil 47), 60 m uzunluğunda, 3 m genişliğinde ve 0,8 m derinliğinde olup, ortadan bir beton duvarla iki kısma bölünmüş ve her bölmeye iki değişik toprak doldurulmuştur. 0,8 m derinliğinde olan deneme toprakları doğrudan doğruya altta bulunan tabii toprakla temas halindedir. Aletlerin bağlandığı kanal arabası, beton duvarlar üzerine yerleştirilen demir raylar üzerinde yürütülmektedir. Kanal arabası çerçevesinin



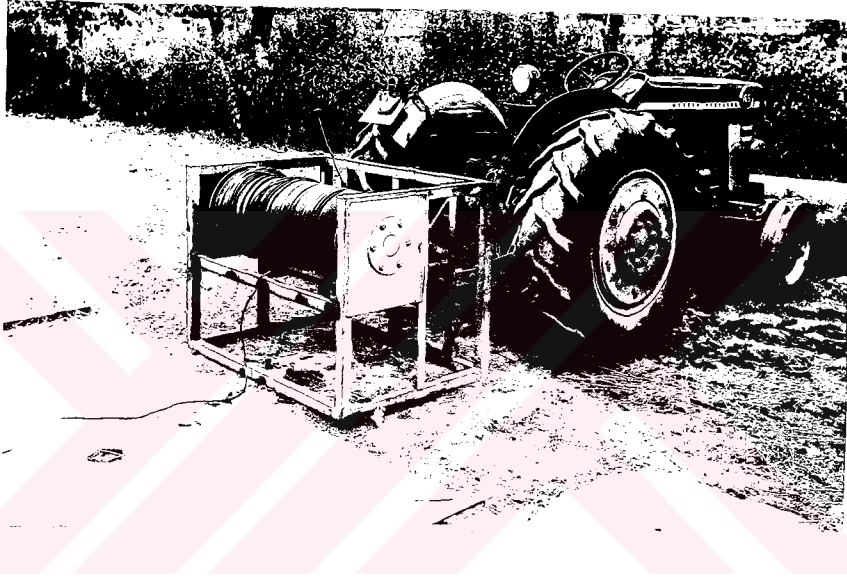
Şekil 46. Toprakla doldurulmuş kutular rüzgâr kanalına yerleştirilmiş durumda (orijinal)



Şekil 47. Toprak kanalları (orijinal)

toprak yüzeyine olan yüksekliği, tekerleklere bağlı 4 vida ile kademesiz olarak değiştirilebilmektedir. Dolayısıyla arabaya bağlı deneme aletinin iş derinliği de kademesiz olarak ayarlanabilmektedir.

Kanal arabasının raylar üzerinde kanal boyunca hareketi özel bir çeki düzeni ile sağlanmıştır (Şekil 48). Çeki düzeni



Şekil 48. Çeki düzeni (orijinal)

bir tambur, tambur üzerine sarılı çelik halat ve traktörün kuyruk milinden hareket alan bir transmisyon sisteminden ibarettir. Traktörün kuyruk milinden alınan hareket bir çift konik dişliden geçtikten sonra kademeli bir vites kutusuna gelmektedir. 4 ileri ve 1 geri vitese sahip vites kutusundan alınan hareket, kademeli dişli ve zincir sistemiyle tambura geçer. Bu transmisyon sistemi sayesinde tamburda değişik devir sayıları elde edilmektedir. Bir ucu tambura bağlı olan çelik halatın diğer ucu, kanal arabasında bulunan çeki demirinin kancasına geçirilmiştir. Böylece, tamburun devir sayılarını değiştirmek suretiyle, kanal arabasının çeşitli hızlarda çekilmesi mümkün olmaktadır.

5.22. Kanal Topraklarının Hazırlanması

Pamuk ekim makinalarında kullanılan başlıca iki tip gömücü ayağın kontrollu şartlar altında çeki dirençleri yukarıda açıklanan toprak kanalındaki iki ayrı toprak üzerinde ölçülmüştür. Kanal topraklarının hazırlanmasında Söke, Menemen ve Torbalı ovalarındaki ekime hazır pamuk tarlalarında yapılan ölçmeler sonucunda elde edilen değerlerden faydalanılmıştır. Bu değerler Cetvel 4 de verilmiştir. Buna göre kanal toprağı sertliğı 30 darbe/20 cm olarak seçilmiş ve her denemede bu değer civarında olmasına dikkat edilmiştir.

Toprakların konsistans sınırları dikkate alınarak, kanal A toprağında % 13, kanal B toprağında % 16 nem oranlarında çalışılmıştır.

Kanal topraklarının denemelere hazırlanmalarında sırasıyla aşağıdaki işlemler yapıldı :

Her denemenin sonunda kanalda meydana gelen çukur ve sırtlar bel ve kürekle düzeltilerek sulamaya hazır duruma getirildi.

Sulama işi, kanal arabasına bağılı özel bir sulama düzeni ile yapıldı.(Şekil 49). Bu düzen, kanal arabasına bağılı 3 m



Şekil 49. Kanal toprağını sulama düzeni (orijinal)

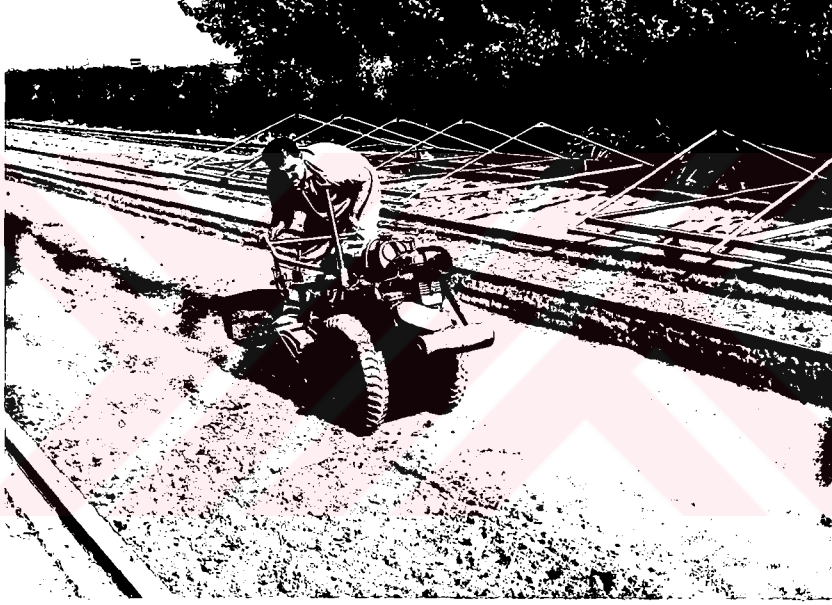
Ölçme yeri	Toprak nemi %				Toprak bünyesi ¹⁾	Kayma verilmesi kp/cm ²				Penetrometre testi			
	0-10 cm		20-30 cm			10-20 cm		20-30 cm		0.D.S ²⁾		tan α	O.F.D ³⁾ kp/dm ²
	cm	cm	cm	cm		cm	cm	cm	cm	20 cm	20 cm		
MEYEMEN													
Tarla-1	9,00	13,33	13,70	14,37	Kumlu-tın	0,21	0,39	0,45	0,48	42	0,457	402,8	
Tarla-2	4,58	5,84	7,46	6,58	Kumlu	0,07	0,15	0,30	0,48	37	0,537	302,5	
Tarla-3	17,29	19,37	21,79	26,66	Tınlı	0,24	0,42	0,54	0,61	35	0,605	349,1	
Tarla-4	13,76	18,68	18,31	17,44	Milli-tın	0,23	0,30	0,43	0,54	30	0,698	332,8	
TORBALI													
Tarla-1	15,00	15,00	16,24	16,70	Killi-tın	0,24	0,58	0,73	0,84	29	0,666	317,3	
Tarla-2	19,00	23,10	26,35	30,63	Milli-tın	0,39	0,52	0,82	0,65	36	0,569	321,2	
Tarla-3	22,10	23,90	25,00	30,45	Kil	0,27	0,62	0,63	0,59	29	0,666	317,3	
Tarla-4	18,80	21,50	22,65	26,70	Milli-kil	0,25	0,45	0,75	0,78	26	0,779	258,7	
SÖKE OVASI													
Tarla-1	10,33	11,60	12,40	18,90	Tınlı	0,25	0,64	0,81	0,61	64	0,319	334,4	
Tarla-2	17,32	20,04	21,36	27,75	Tınlı	0,24	0,66	0,68	0,44	54	0,369	365,9	
Tarla-3	19,75	24,30	24,81	30,92	Milli-kil	0,32	0,55	0,74	0,57	56	0,362	371,1	
Tarla-4	15,93	17,58	18,70	22,63	Milli-tın	0,24	0,65	0,78	0,56	40	0,505	461,4	
Tarla-5	13,57	21,55	21,96	22,55	Milli-killi tın	0,28	0,70	0,68	0,37	41	0,482	374,6	
Tarla-6	15,87	20,75	18,09	22,04	Milli-tın	0,27	0,47	0,63	0,48	39	0,516	340,2	

1) Bünye analizi E.U.Z.F. Bitki Besleme Kürsüsünde yapıldı.

2) Ortalama darbe sayısı.

3) Ortalama penetrasyon direnci.

uzunluğunda ve 1" lik delikli bir borudan ibarettir. Bu boru uzun bir lastik hortumla kanalın yakınında bulunan bir derin kuyu pompasına bağlandı. Boruya gelen su 25,4 mm aralıklı ve 1,5 mm olan deliklerden püskürtülerek arabanın sabit bir hızla çekilmesi halinde kanal toprağının yeknesak olarak sulanması mümkün oldu. Toprak tava gelip te işlenebilir bir durum aldığı zaman-ki, bu durum plastik limitin hemen altındaki nem değerine denk gelmektedir- freze ile 17 cm derinliğinde işlendi (Şekil 50).



Şekil 50. Kanal toprağının freze ile işlenmesi (orijinal)

Freze ile parçalanan ve homogen bir şekilde karıştırılan kanal toprağı yarım saat kadar bekletildikten sonra diğer işleme geçildi.

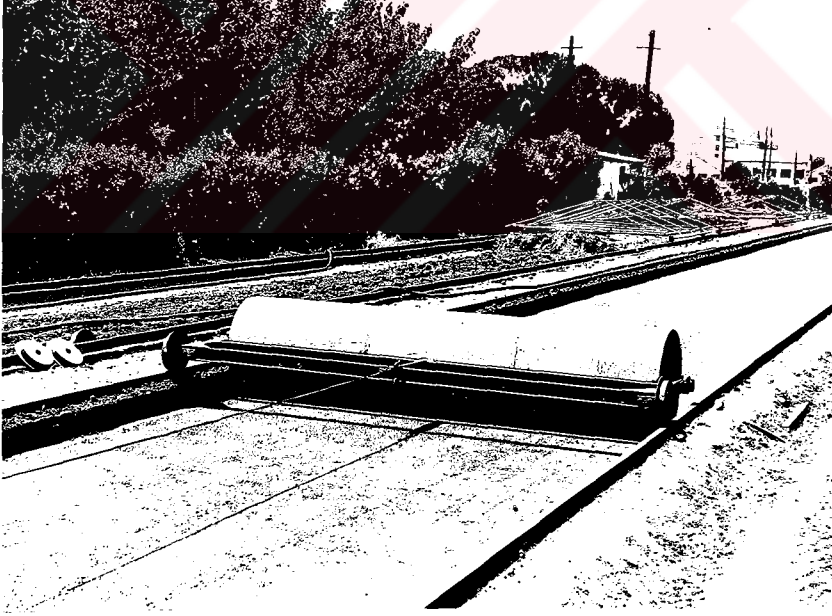
Kanal arabasına bağlı özel bir tesviye aleti kullanılarak kanal toprağı tesviye edilip düzgün bir yüzey elde edildi (Şekil 51).

30 darbe/20 cm değerinde bir sertlik elde edilinceye kadar toprak silindirle bastırıldı (Şekil 52).

63 cm çapında ve 290 cm uzunluğunda olan çelik silindirin ağırlığı su ile dolu olduğu zaman 1000 kp dir. Bu silindir önce



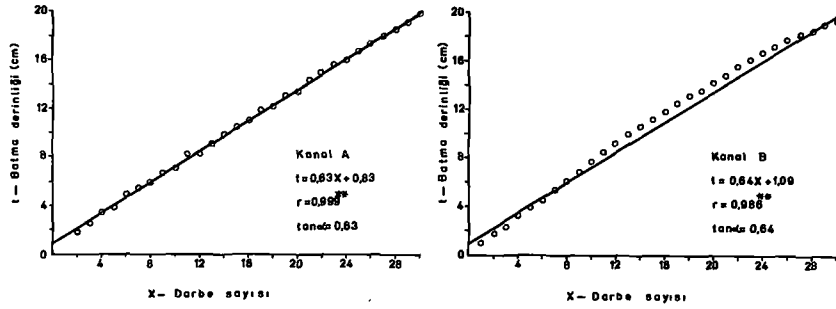
Şekil 51. Kanal toprağının tesviye edilmesi (orijinal)



Şekil 52. Kanal toprağının bastırılması (orijinal)

boş, sonra su ile ağırlaştırılarak kanal toprağı üzerinde lüzumu kadar gezdirildi. İlk iki gidiş-geliş hareketinde boş olarak nisbeten yüksek bir hızla çekildiği halde, su ile dolu olarak hareket hızı yavaşlatıldı. Silindirleme işlemi sırasında toprak sertliği

zaman zaman penetrometre ile kontrol edilerek, 30 darbe/20 cm toprak sertliği elde edilinceye kadar bu işleme devam edildi. Denemeler sırasında darbeli penetrometre ile yapılan ölçmelerin sonuçları Şekil 53 de görülmektedir.

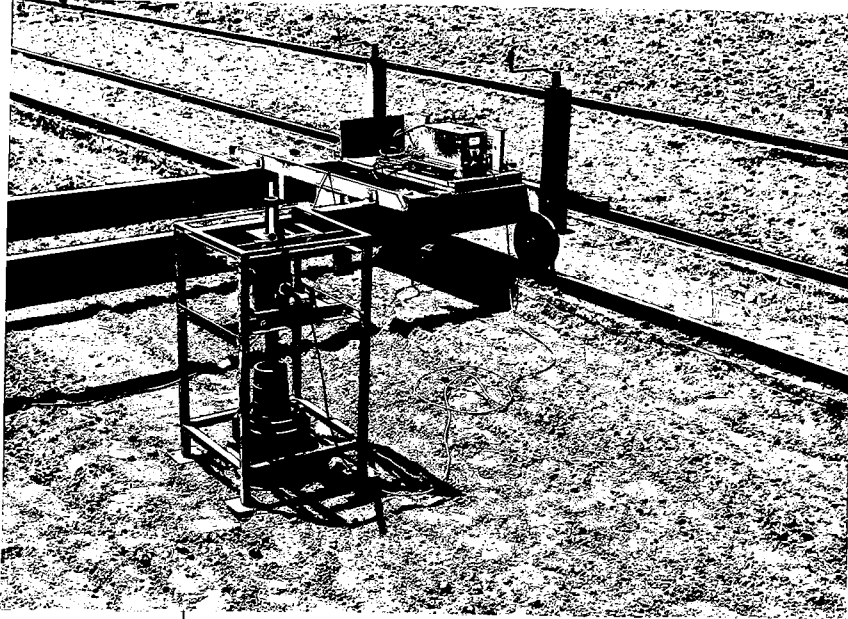


Şekil 53. Kanal topraklarında darbeli penetrometre ile yapılan ölçmelerin sonuçları (orijinal).

Penetrometre ile kontrol edilerek istenilen sertliğe getirilen kanal topraklarının ayrıca iç sürtünme açıları (ϕ) ve kohezyon değerleri (C) de elektronik halkalı kesme test cihazı ile ölçüldü (Şekil 54). Dört değişik normal gerilmeye karşılık kesme halkasını toprakta çevirmede yükselteçte okunan moment değerlerinden ve kesme halkasının ölçülerinden faydalanarak her normal gerilme için 15 no.lu formüle göre kayma gerilmeleri hesaplandı. Daha sonra, apsiste normal gerilme (\bar{C}) ve ordinatta kayma gerilmesi (\bar{Z}) yerleştirilerek, elde edilen Coulomb eğrisinden asgari paralel metoduna göre (30,1963), toprağın ϕ ve C değerleri tespit edildi. Kanal A toprağında % 13 toprak neminde iç sürtünme açısı $\phi = 30^{\circ} 45'$, kohezyon $C = 0,267 \text{ kp/cm}^2$ ve kanal B toprağında % 16 toprak neminde $\phi = 36^{\circ} 37'$ ve $C = 0,160 \text{ kp/cm}^2$ olarak bulunmuştur.

5.23. Kanal Denemelerinin Tanıtılması

Toprak kanallarında yapılan denemelerde, balta tipi ve tek diskli gömücü ayakların iş derinliği ve çalışma hızına bağlı olarak



Şekil 54. Elektronik halkalı kesme test cihazı çalışma konumunda (orijinal)

çeki kuvveti ihtiyaçları tespit edilmiş ve çizi profilleri çıkarılmıştır. Gömücü ayakların çeki kuvveti ihtiyaçlarının tespitinde elektronik tek komponent ölçü düzeninden faydalanılmıştır. Balta tipi ve tek diskli gömücü ayakların açmış olduğu çizi profillerinin 1/1 ölçeğinde kâğıt üzerine geçirilmesinde ise toprak profilografı kullanılmıştır. Denemeler üç değişik (2;4;6 cm) iş derinliği ve 3 çalışma hızında (1,10; 1,50; 1,90 m/s) yapılmıştır.

5.3. Tarla Denemelerinin Tertiplenmesi

Özgül verimin yüksek ve tüm tarla sathında üniform olmasına ekim işleminin büyük etkisi vardır. Seyrek ve dolayısıyla prodüktif olmayan bitki sıralarının meydana gelip gelmemesine, tohum kalitesinden başka tohum yatağı hazırlamadan ekime dek uygulanan agro-teknik metodların da etkisi vardır. Bu bakımdan tarla denemelerinde pamuk ekim makinasının ekici organlarından olan paralelogram sistemi, derinlik ayar tekerleği ve baskı tekerleğiyle ekim sırasında sadece tohum yatağını şerit halinde işleyen küçük toprak frezesinin çimlenmeye etkileri incelenmiştir. Bütün bu işleyici

organlar iki ayrı denemede incelenebilmiştir. Birinci denemede paralelogram sistemi ve derinlik ayar tekerleğiyle tohumu ekim derinliği seviyesinde bastıran baskı tekerleğinin birlikte kullanılmasının çimlenmeye etkisi, ikinci denemede ise yalnız gömücü ayarın önünde yürütülen toprak frezesinin etkisi incelenmiştir. Bu denemeler E.Ü.Z.F. Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yapılmıştır.

Birinci denemede özel olarak hazırlanan ve bir paralelogram sistemi, derinlik ayar tekerleği ve tohumu ekim derinliği seviyesinde bastıran baskı tekerleği bulunan bir prototip kullanılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde bu makina, makina I olarak gösterilmiştir. Bunun yanında şahit olarak halen memleketimizde kullanılmakta olan, fakat yukarıda açıklanan organlara sahip olmayan balta gömücü ayaklı Enver Yavuz firması (Nazilli) tarafından imal edilen bir pamuk ekim makinası kullanılmıştır. Bu makina da değerlendirmede Makina 2 olarak gösterilmiştir.

Bu iki ayrı ekim makinası ile bölgede halen uygulanmakta olan tohum yatağı hazırlama işlemleriyle hazırlanmış bloklara ekim yapılmıştır. Bu maksatla bütün bloklar ilkbaharda sürülmüş, arkasından 3 kat diskaro, 2 kat tırmık ve 2 kat tapan çekilmiştir. Deneme tesadüf blokları deney tertibine göre 6 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Çimlenme sayımında blokların büyüklüğü 4x80 m olarak alınmıştır. Her bloktaki ekim sıraları arasında 1,5 m aralık bırakılmıştır. Makinalar dekara 5 kp pamuk tohumu ekecek şekilde ayarlanmıştır. Ekim, 15.5.1970 tarihinde yapılmış ve çimlenmenin başladığı 6.günden itibaren çimlenmenin iyice yavaşladığı 12.güne kadar 80 metre uzunluğundaki sıralar üzerinde her gün çimlenme sayımları yapılmıştır. 12.günde elde edilen kümülatif çimlenme sayıları (bitki sayısı/80 m) istatistiki olarak değerlendirilmiştir (29,1963).

Tohum yatağını dar bir şerit halinde ve yüzlek olarak işleyen toprak frezesinin çimlenmeye olan etkisini tespit etmek amacıyla yapılan 2.denemede, paralelogramlı ekim makinası kullanılarak aşağıda açıklanan 3 ayrı metodla hazırlanmış bloklara ekim

yapılmıştır.

Metod A. Bölgemizde halen genellikle uygulanan tohum yatağı hazırlama metodu (İlkbaharda sürüm, 3 kat diskaro, 2 kat tırmık ve 2 kat tapan çekme).

Metod B. Toprak İlkbaharda sürüldükten ve üzerinden 2 kat tapan geçirildikten sonra, asıl tohum yatağının frezeyle 40 cm genişliğinde ve takriben 4 cm derinliğinde olmak üzere yüzlek olarak işlenmesi.

Metod C. Sonbaharda sürülmüş toprağın Metod B de olduğu gibi freze ile şeritler halinde işlenmesi.

Böylece aynı ekim makinasıyla, 3 değişik şekilde hazırlanmış tohum yataklarına ekim yapılmıştır. 2.deneme de tesadüf blokları deney tertibine göre 6 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Çimlenme sayımında blokların büyüklüğü 8x80 m olarak alınmıştır. Ekim, birinci denemede olduğu gibi 13.5.1970 tarihinde yapılmış ve çimlenmenin başladığı 6.günden 12.güne kadar her gün çimlenme sayımları yapılmıştır. 12.günde elde edilen kümülatif çimlenme sayıları (bitki sayısı/80 m) "Tekrarlanan tesadüf blokları" deney metoduna göre değerlendirilmiştir. 3 ayrı tohum yatağı hazırlama tekniğinin çimlenmeye olan etki dereceleri de Duncan testi ile analiz edilmiştir.

6. A R A Ş T I R M A S O N U Ç L A R I

6.1. Klima Odasında Yapılan Denemelerin Sonuçları

6.11. Toprak Sıkışmasının Etkileri

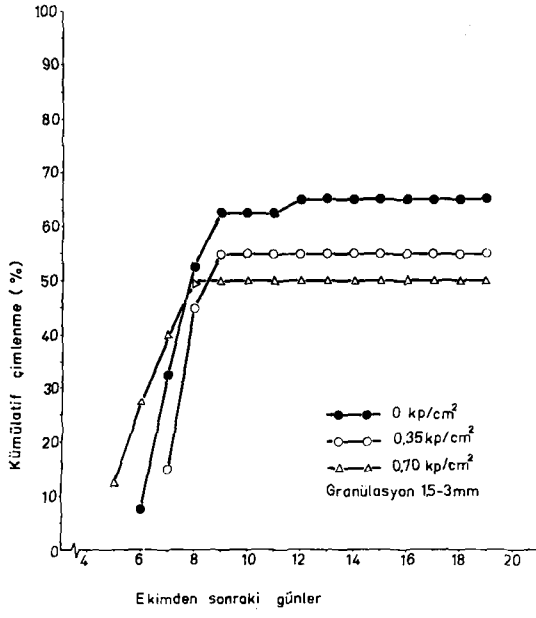
6.111. Toprak Sıkışmasının Çimlenmeye Etkisi.

Toprak sıkışmasının pamuk tohumu çimlenmesine olan etkisini araştırmak amacıyla klima odasında yürütülen beş denemenin sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir :

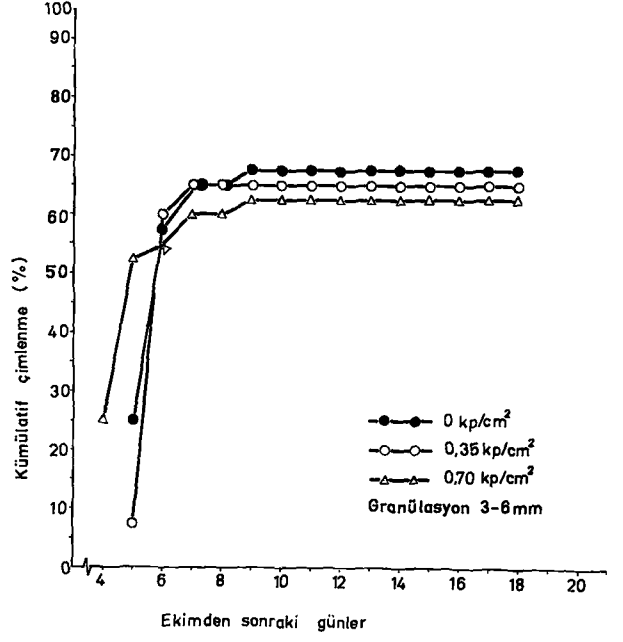
Deneme I. Toprak neminin çimlenme için uygun olduğu bu denemede yüksek kümülatif çimlenme yüzdesi her üç granül iriliğinde de basınç uygulanmayan bölmelerde elde edilmiş, 0,70 kp/cm² basınçla yüzeyden bastırılan bölmelerde çimlenme tatminkâr olmamıştır. Şekil 55 a, 56 a, 57 a dan görüleceği üzere, yüzeyden sıkıştırma basıncının artmasıyla birlikte kümülatif çimlenme yüzdeleri düşmüştür. Bu denemede sıcaklık ve toprak nemi uygun olduğuna göre, kümülatif çimlenme yüzdesinin düşük olmasının nedeni, yüzeyden toprağı sıkıştırmanın çimlenme için gerekli enerjiyi arttırması kabul edilebilir. Yaylı penetrometre ile bölmelerde yapılan ölçmeler de bu kanıyı destekleyici niteliktedir. Şekil 55 b, 56 b ve 57 b den de görüleceği üzere, yüzeyden toprak sıkıştırma basıncının uygulanmadığı bölmelerde 1,5-3, 3-6, 6-11 mm granül irilikleri için sırasıyla 140; 133; 143 kp/cm² ortalama penetrasyon dirençleri elde edilmişken, 0,70 kp/cm² yüzey sıkıştırma basıncının uygulandığı bölmelerde bu değerler sırasıyla 361,1; 337,5; 337,8 kp/cm² olmuştur.

Bu duruma göre, toprak nem oranının yüksek olduğu durumlarda, yüzeyden fazla sıkıştırma pamuk tohumu sürgününün yüzeye çıkmasına karşı direnç gösteren sert bir tabakanın meydana gelmesine sebep olduğu için çimlenmeye olumsuz yönden etki etmektedir.

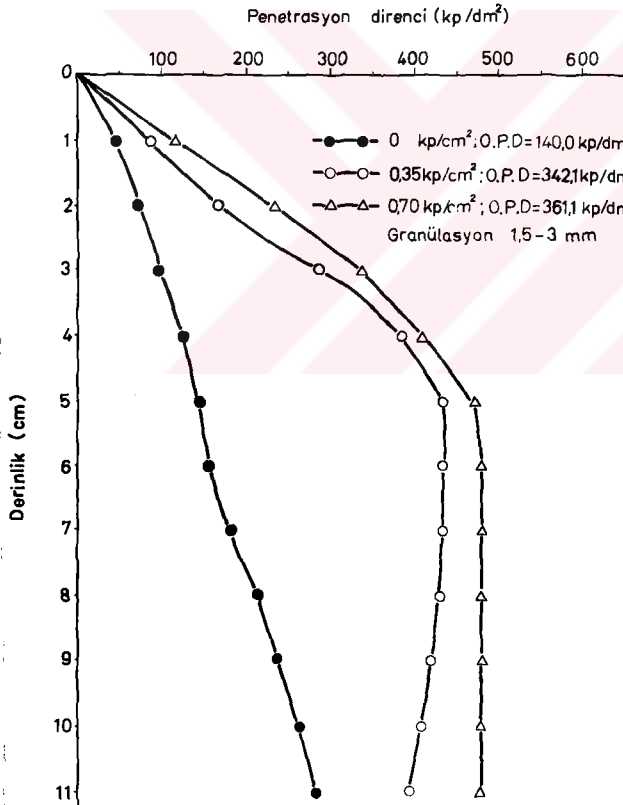
Deneme II. Her üç granül iriliğinde erken ve yüksek kümülatif çimlenme yüzdesi yüzeyden orta derecede (0,35 kp/cm²)



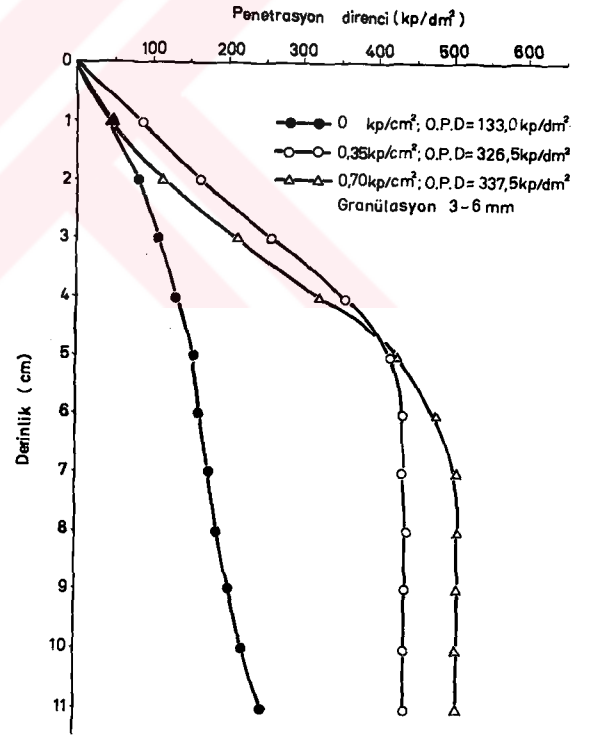
a



a



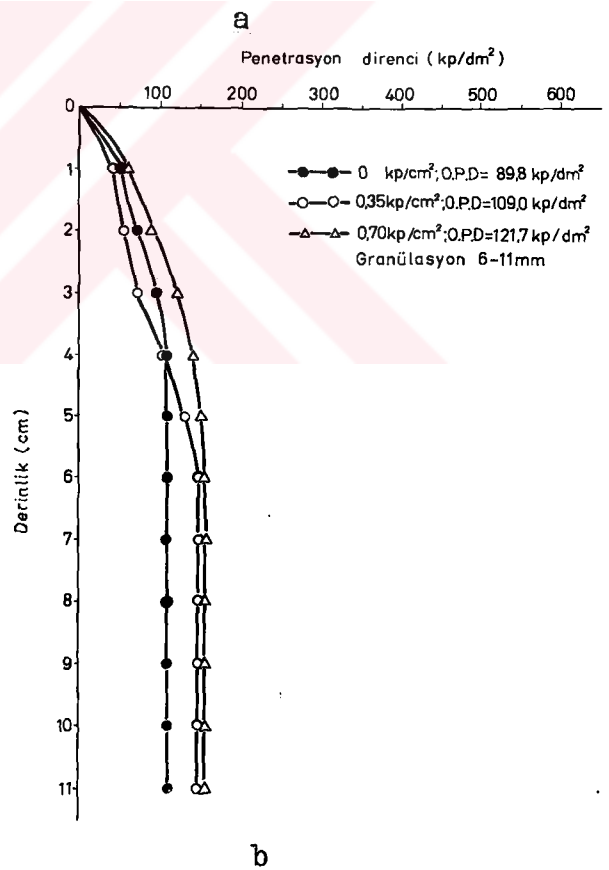
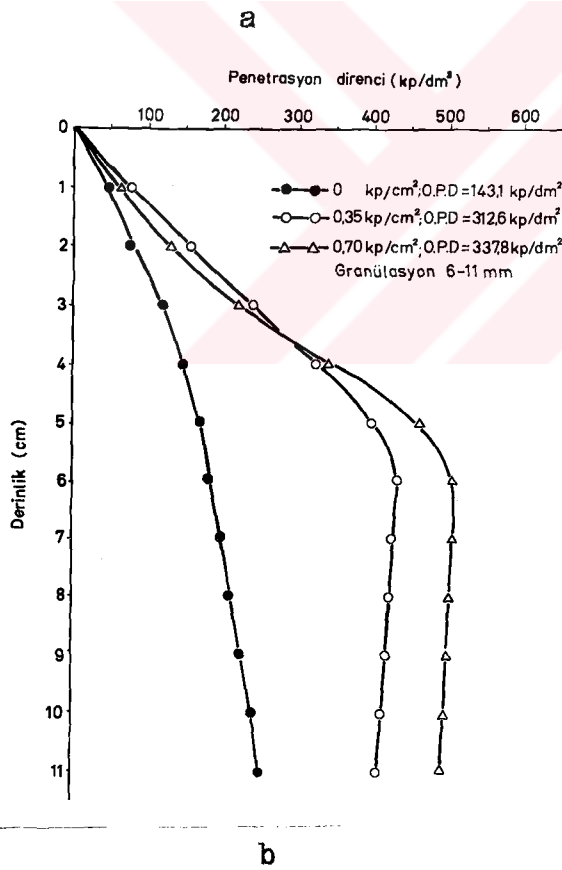
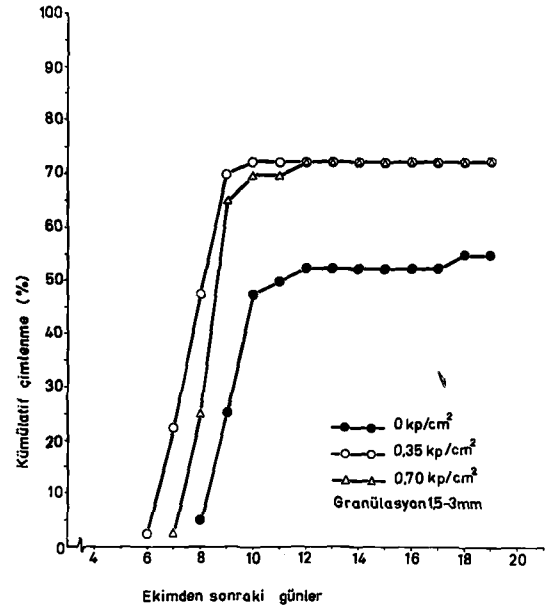
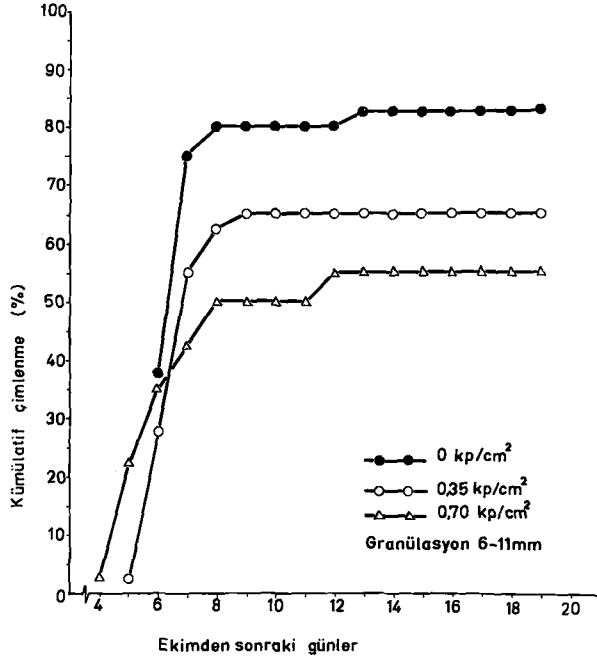
b



b

Şekil 55. Deneme I sonuçları. Granül iriliği 1,5-3 mm (ori.j.)
a-Kümülatif çimlenme eğrileri,
b- Derinliğe bağlı penetrasyon direncinin değişimi.

Şekil 56. Deneme I sonuçları. Granül iriliği 3-6 mm (ori.j.)
a- Kümülatif çimlenme eğrileri,
b- Derinliğe bağlı olarak penet-rasyon direncinin değişimi.



Şekil 57. Deneme I sonuçları. Granül iriliği 6-11 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b- Derinliğe bağlı olarak penetrasyon direncinin değişimi.

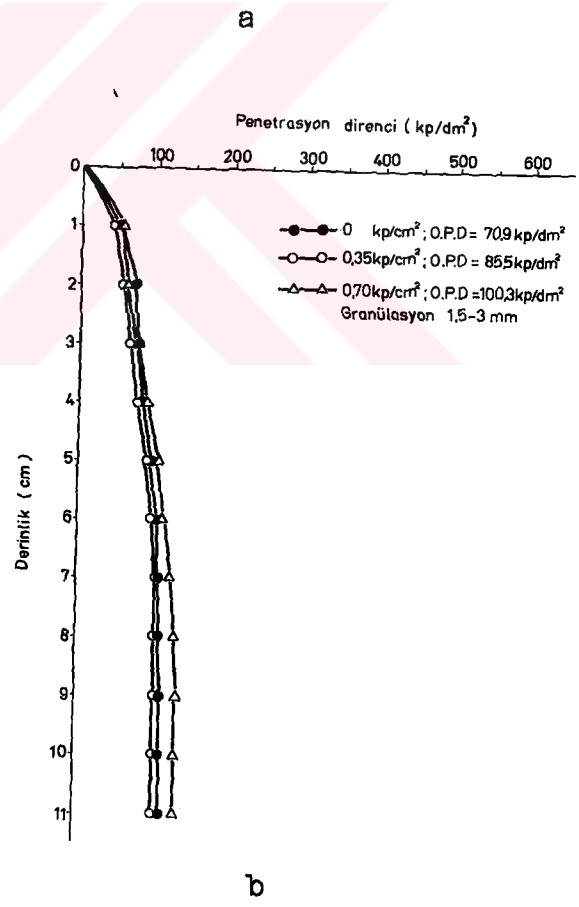
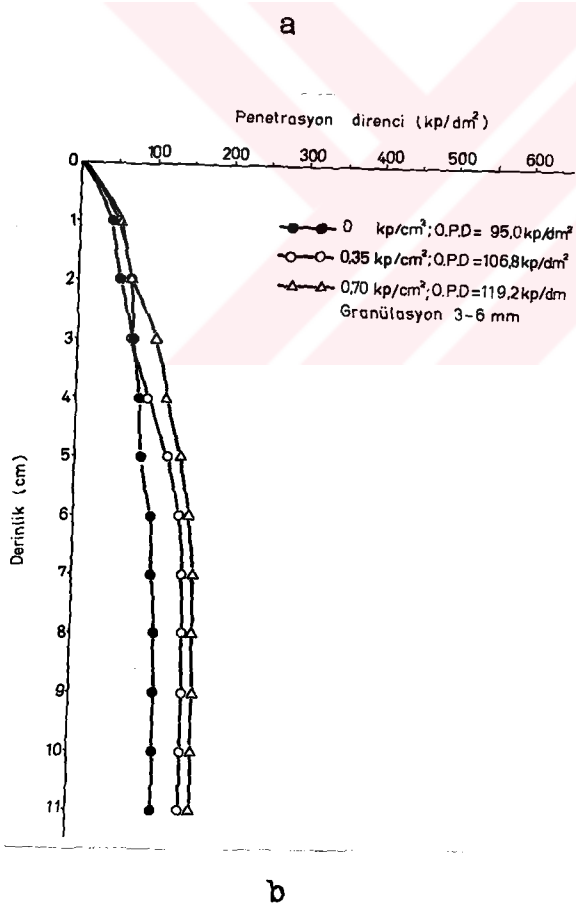
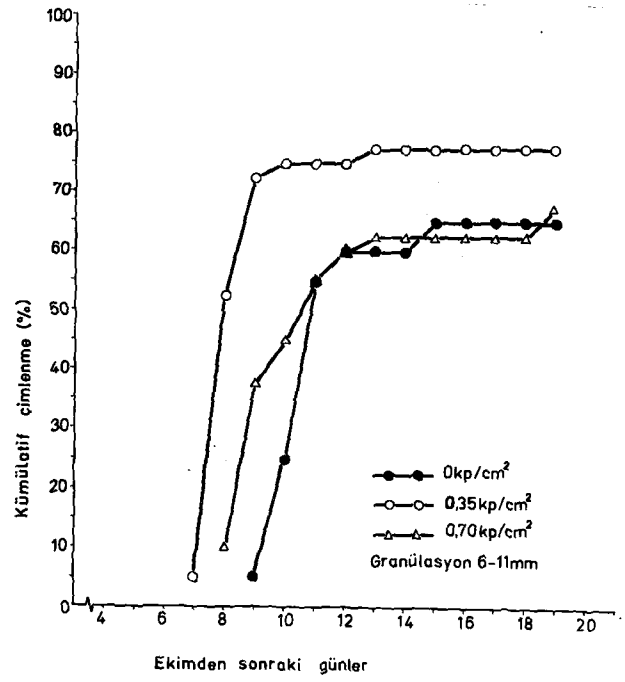
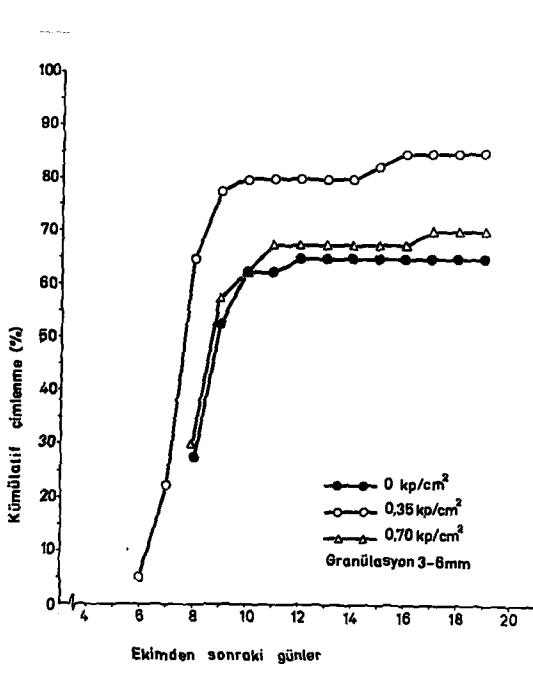
Şekil 58. Deneme II sonuçları. Granül iriliği 1,5-3 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b) Derinliğe bağlı penetrasyon direncinin değişimi.

sıkıştırılan bölmelerde elde edilmiş, yüzeyden bastırmanın uygulanmadığı bölmelerde ise çimlenme tatminkâr olmamıştır. (Şekil 58 a; 59 a; 60 a) . Her bölme için bulunan penetrasyon direnci değerlerinin incelenmesinden, sıkıştırma basıncının toprakta yeteri kadar nem bulunmadığı zaman ortalama penetrasyon direncine pek fazla etki etmediği (Şekil 58 b, 59 b, 60 b) anlaşılır.

Deneme III. Deneme II de olduğu gibi toprak neminin düşük olduğu (% 21) bu denemede taban suyu yüzeyden 35 cm aşağıda bulunduğu için, sadece ekim derinliği seviyesinde $0,35 \text{ kp/cm}^2$ lik basınç tatbiki yeterli olmamış, her üç granül iriliğinde toprağın yüzeyden bastırılmasının faydalı olduğu anlaşılmıştır. Nitekim, yüzeyden sıkıştırma basıncının arttırılması oranında kümülatif çimlenme yüzdesi artmıştır (Şekil 61 a, 62 a, 63 a). Toprak nem oranı yüksek olmadığı için, birinci denemede olduğu gibi burada da yüzeyden sıkıştırma basınçlarının penetrasyon direncine büyük etkisi olmamıştır (Şekil 61 b, 62 b, 63 b).

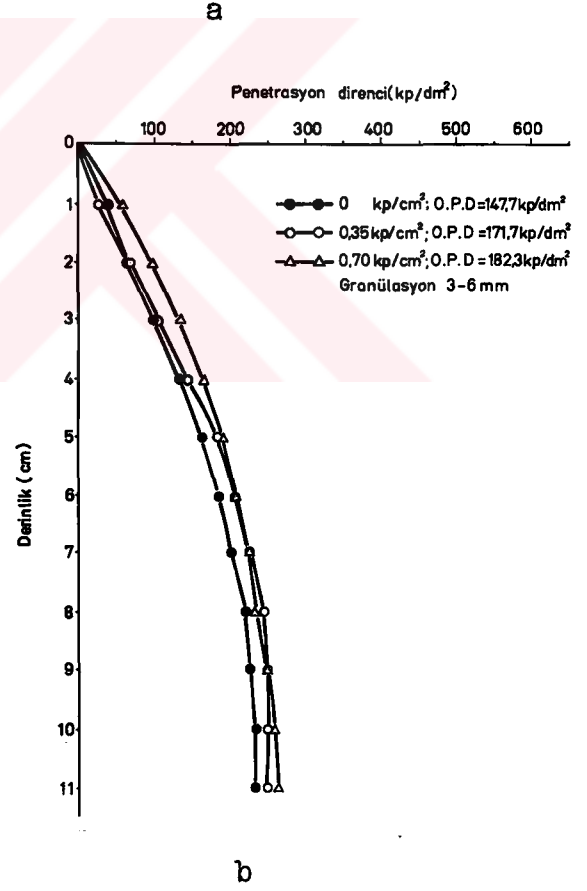
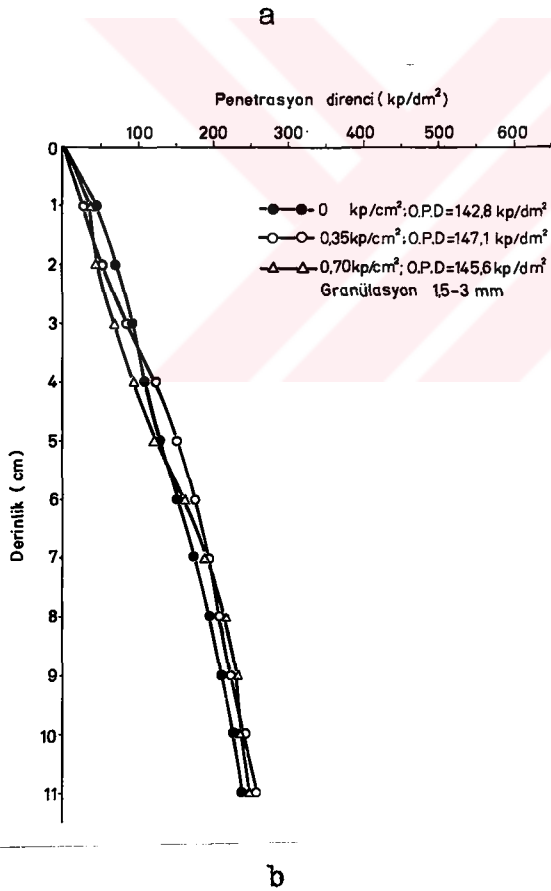
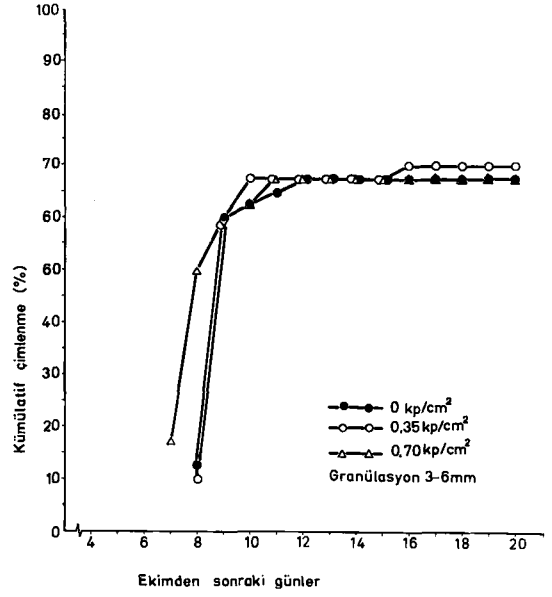
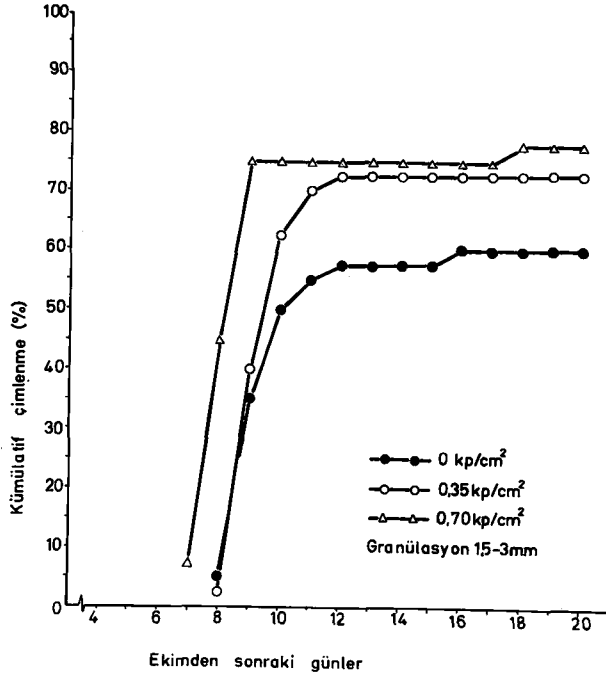
Deneme IV. Bu denemenin başlangıcında tohum yatağındaki toprak nemi çimlenme için yeterli olmadığı ve alttan da su verilmediği için, her üç granül iriliği ve toprak sıkıştırma basıncında tohumlar çimlenmemiştir.

Deneme V. Her üç granül iriliğinde $0,35 \text{ kp/cm}^2$ yüzey basıncında bariz şekilde yüksek kümülatif çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (Şekil 64 a, 65 a, 66 a). Yüzeyden sıkıştırma basıncının uygulandığı bölmelerde kümülatif çimlenme yüzdesi düşmüştür. Toprak neminin deneme II ve deneme III'e göre biraz fazla olması (% 25) nedeniyle, yüzey basıncının tatbik edildiği bölmelerde, bastırılmayan bölmelere göre daha yüksek penetrasyon direnci değerleri ölçülmüştür (Şekil 64 b, 65 b, 66 b).



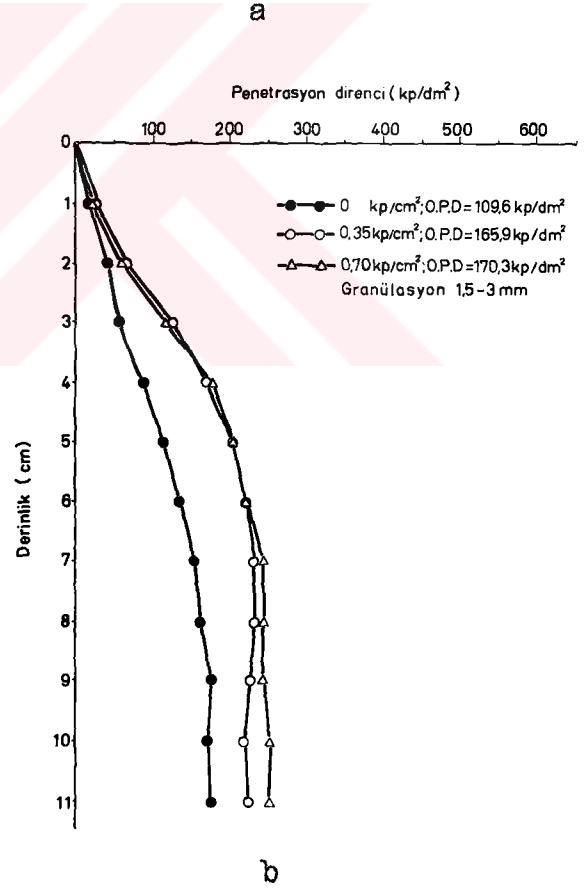
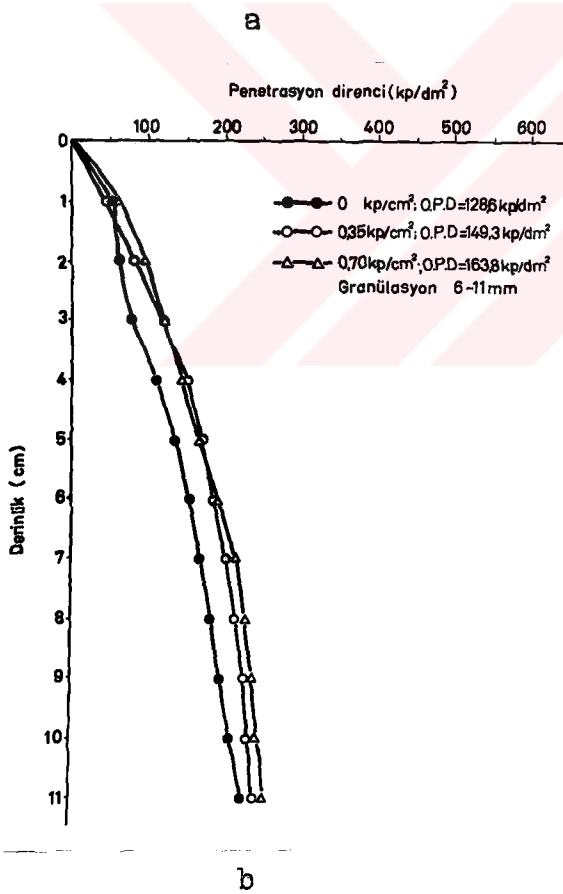
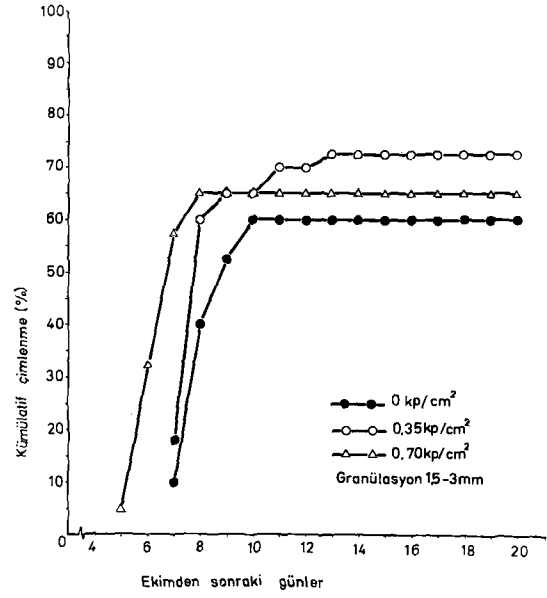
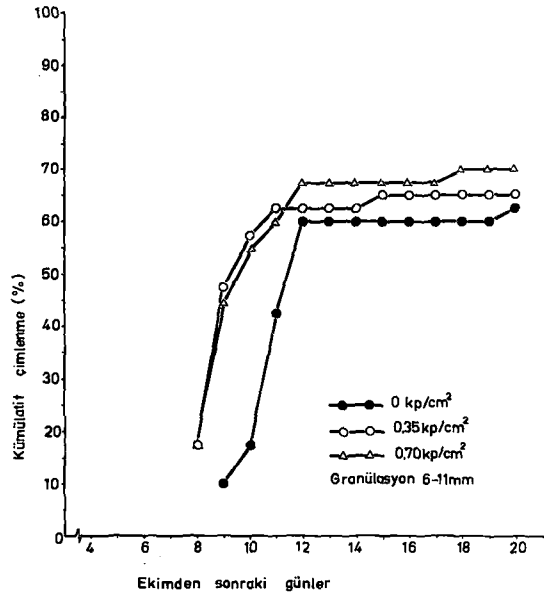
Şekil 59. Deneme II sonuçları. Granül iriliği 3-6 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b. Derinliğe bağlı penetrasyon direncinin değişimi.

Şekil 60. Deneme II sonuçları. Granül iriliği 6-11 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b- Derinliğe bağlı olarak penetrasyon direncinin değişimi.



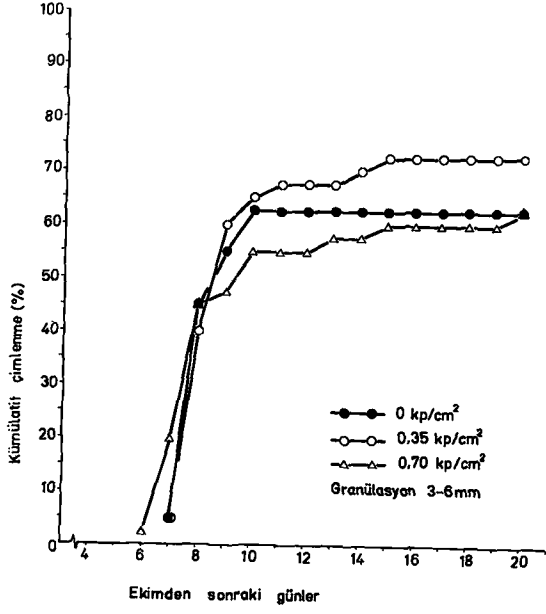
Şekil 61. Deneme III sonuçları. Granül iriliği 1,5-3 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b- Derinliğe bağlı penetrasyon direncinin değişimi.

Şekil 62. Deneme III sonuçları. Granül iriliği 3-6 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b- Derinliğe bağlı penetrasyon direncinin değişimi.

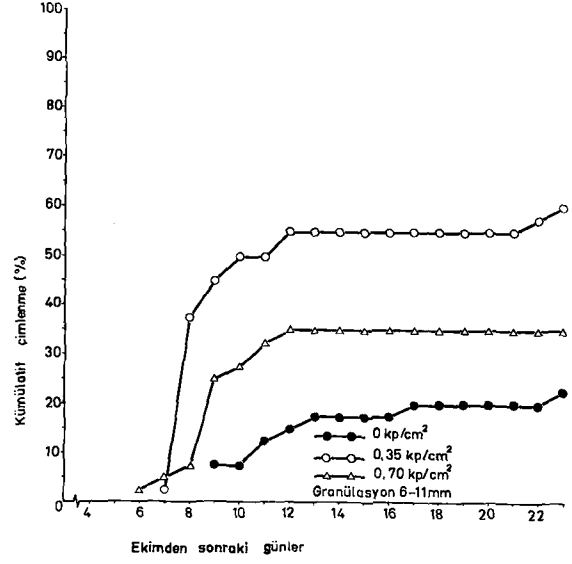


Şekil 63. Deneme III sonuçları. Granül iriliği 6-11 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b- Derinliğe bağlı penetrasyon direncinin değişimi.

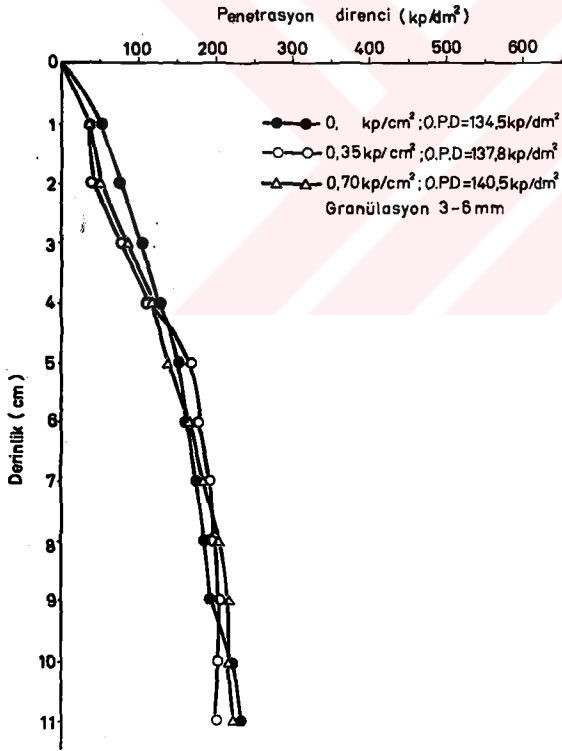
Şekil 64. Deneme V sonuçları. Granül iriliği 1,5-3 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b- Derinliğe bağlı penetrasyon direncinin değişimi.



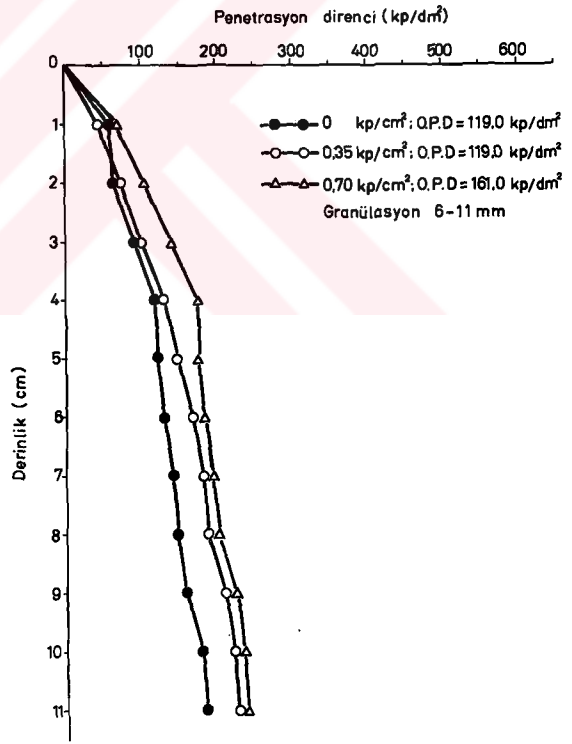
a



a



b



b

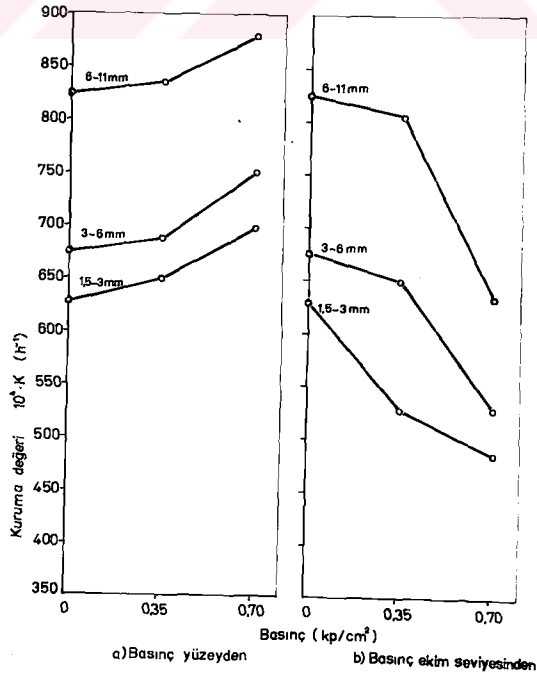
Şekil 65. Deneme V.sonuçları. Granül iriliği 3-6 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b- Derinliğe bağlı penetrasyon direncinin değişimi.

Şekil 66. Deneme V.sonuçları. Granül iriliği 6-11 mm (orij.) a- Kümülatif çimlenme eğrileri, b- Derinliğe bağlı penetrasyon direncinin değişimi.

6.112. Toprak Sıkıştırmasının Nem Kaybına Olan Etkisi

Toprağın sıkıştırılma derecesinin granül iriliğine bağlı olarak, topraktan su kaybına olan etkisinin incelendiği VII. dene- meden elde edilen sonuçlar Cetvel 5 de verilmiştir. Cetvel 5 de verilen $10^4 \cdot K$ (h^{-1}) kuruma değerleri 120 saatlik bir kuruma müdde- ti için ilk nem (M_0), son nem (M_9) ve denge nemi (M_e) değerlerin- den faydalanarak, Newton kuruma denklemi ile hesaplanmışlardır.

Toprak neminin yüksek olduğu durumda yüzeyden uygulanan üç ayrı toprak sıkıştırma basıncına bağlı olarak 1,5-3; 3-6; 6-11 mm granül irilikleri için elde edilen kuruma eğrileri Şekil 67 a - da görülmektedir. Şekil 67 a nın incelenmesinden, yüzeyden uyu- lanan toprak sıkıştırma basıncına bağlı olarak $10^4 \cdot K$ kuruma değe- lerinin bir artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Toprak sıkıştırma basıncının ekim derinliği seviyesinden uygulanması halinde ise, her üç granül iriliği için basıncın artmasıyla birlikte $10^4 \cdot K$ ku- ruma değerlerinde bir azalma meydana gelmektedir (Şekil 67 b).



Şekil 67. Yüksek toprak nem değerinde sıkıştırma basıncı ve granül iriliğine bağlı olarak elde edilen kuruma eğrileri (orijinal).

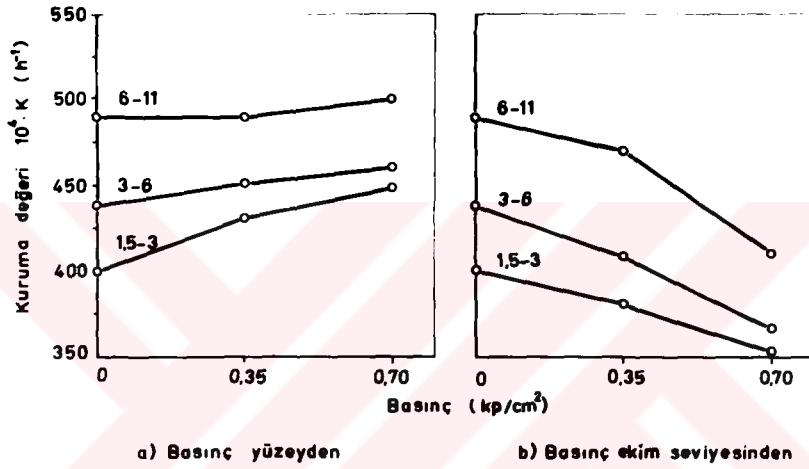
a) Yüksek nem oranında

Basınç (kp/cm ²)	Basınç yok (0)			Basınç yüzeyden (0,35)			Basınç yüzeyden (0,70)			Basınç tohum yatağından (0,35)			Basınç ekim seviyesinden (0,70)		
	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11
Granülasyon (mm)	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11
İlk nem(M ₀) (%)	29,80	32,00	31,00	29,80	32,00	31,00	29,80	32,00	31,00	29,80	32,00	31,00	31,30	32,80	31,30
Son nem(M _g) (%)	17,70	17,80	15,56	17,14	17,64	15,46	16,54	16,80	14,98	20,00	17,40	15,75	20,29	20,80	18,08
Ort.10 ⁴ ·K(h ⁻¹)	627	675	825	650	687	834	698	752	880	527	650	805	487	526	631

b) Alçak nem oranında

Basınç (kp/cm ²)	Basınç yok (0)			Basınç yüzeyden (0,35)			Basınç yüzeyden (0,70)			Basınç tohum yatağından (0,35)			Basınç ekim seviyesinden (0,70)		
	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11
Granülasyon (mm)	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11	1,5-3	3-6	6-11
İlk nem(M ₀) (%)	25,70	26,70	25,00	25,70	26,60	25,00	26,40	26,60	25,00	25,70	26,70	27,70	25,70	26,70	27,70
Son nem(M _g) (%)	18,35	17,41	16,68	18,05	18,17	17,23	18,19	18,04	16,62	18,61	18,84	17,95	19,47	19,59	18,50
Ort.10 ⁴ ·K(h ⁻¹)	400	438	491	431	451	487	448	460	500	381	408	473	352	367	410

Düşük toprak neminde basıncın yüzeyden veya ekim derinliği seviyesinden uygulanmasına bağlı olarak elde edilen sonuçlar, yüksek nem oranında elde edilen sonuçları destekler mahiyettedir (Şekil 68a,b). Şüphesiz, toprağın nem oranı düşük olduğu için bu son denemede, yüksek nem oranında hesaplananlardan daha küçük $10^4 \cdot K$ kuruma değerleri elde edilmiştir.



Şekil 68. Düşük toprak nem değerinde sıkıştırma basıncı ve granül iriliğine bağlı olarak elde edilen kuruma eğrileri (orijinal).

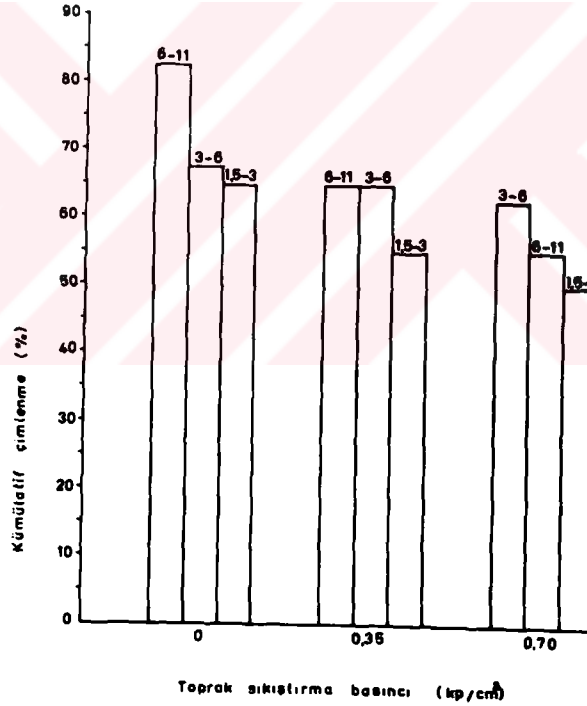
Sonuç olarak denilebilir ki, gerek alçak ve gerekse yüksek nem oranlarında, toprak sıkıştırma basıncının ekim derinliği seviyesinden uygulanması halinde tohum yatağından nem kaybı daha az olmuştur. Bu, pamuk ekim makinelerinin baskı tekerleklerinin dizaynında göz önünde tutulması gereken önemli bir husustur. Gerçekten, tohumun ekim derinliği seviyesinde sıkıştırılıp üzerinin kabarık toprakla örtülmesi sonucu, tohum yatağından nem kaybı önlenmiş gibi, pamuk tohumunun sürgününe karşı direnç gösteren sert bir tabakanın teşekkülüne de engel olunmaktadır.

6.12. Toprak Granülasyonunun Etkileri

6.121. Granül İriliğinin Çimlenmeye Etkisi

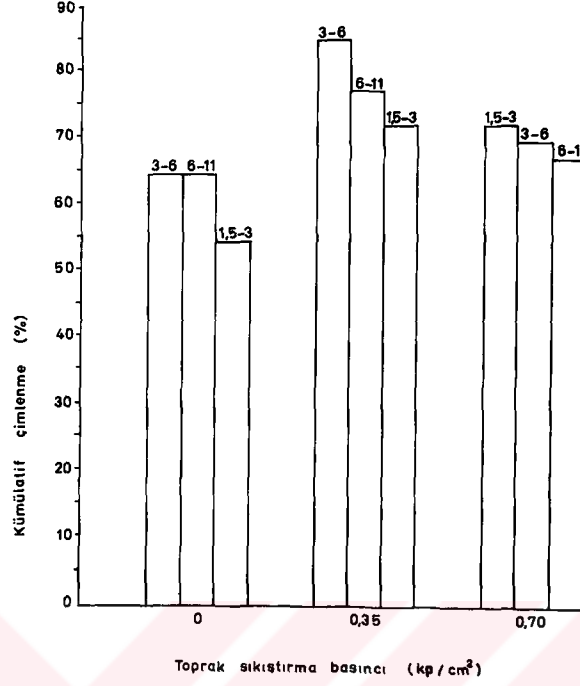
Toprağın granül iriliklerinin pamuk tohumunun kümülatif çimlenme yüzdesine etkileri klima odasında yürütülen 5 ayrı denemenin sonuçlarına göre aşağıdaki gibi özetlenebilir :

Deneme I. En yüksek kümülatif çimlenme yüzdesi bastırılmayan bölmelerde ve iri granüllü toprakta (6-11 mm) elde edilmiştir (Şekil 69). Şekilden de görüleceği gibi, toprak granüllerinin küçülmesi ve sıkıştırma basıncının artması çimlenmeyi olumsuz yönden etkilemektedir.



Şekil 69. Deneme I. Granül iriliğinin çimlenmeye etkisi(orijinal).

Deneme II. Taban suyunun yüzeyden 20 cm aşağıda tutulduğu bu denemede kümülatif çimlenme yüzdesi orta sıkıştırma basıncında (0,35 kp/cm²) ve orta granül iriliğinde (3-6 mm) daha yüksek olmuştur (Şekil 70).

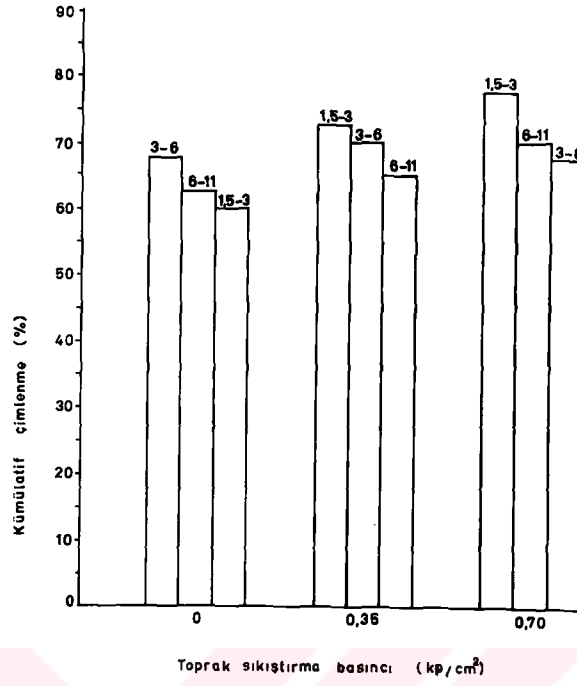


Şekil 70. Deneme II. Granül iriliğinin çimlenmeye etkisi (orijinal)

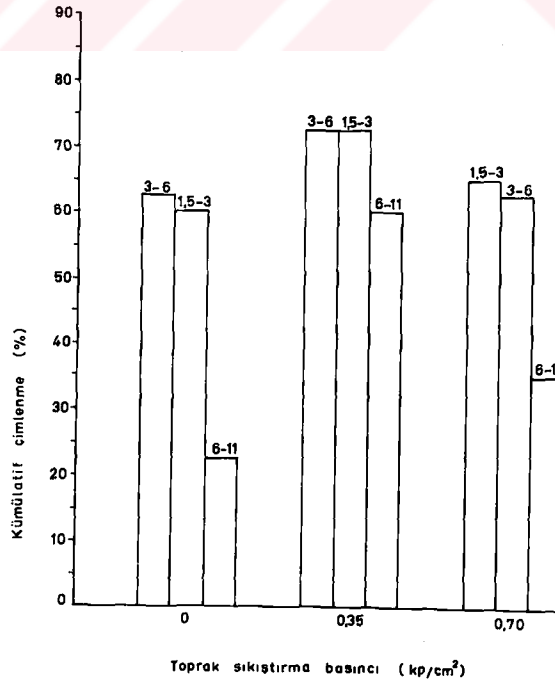
Deneme III. Tohum yatağındaki nem oranının uygun olmadığı ve taban suyunun 35 cm aşağıda bulunduğu bu denemede, yüzeyden uygulanan yüksek sıkıştırma basıncı değerlerinde (0,70 kp/cm²) ve küçük granül iriliğinde (1,5-3 mm) en yüksek çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (Şekil 71). Gerçekten, yüzeyde en fazla ıslaklık küçük granüllü ve yüksek sıkıştırma basıncının uygulandığı bölgede müşahede edilmiştir. Demek oluyor ki, küçük granül iriliğinde ve yüksek sıkıştırma basıncında taban suyu kapillarite ile tohum seviyesine daha kolay çıkabilmektedir.

Deneme IV. Tohum yatağındaki nem oranının çimlenme için uygun olmadığı bu denemede, tohumlar çimlenmediğinden granülasyonun çimlenmeye etkisi müşahede edilememiştir.

Deneme V. Yüksek kümülatif çimlenme yüzdesi, küçük (1,5-3 mm) ve orta (3-6 mm) granüllü topraklarda elde edilmiş, iri granüllü toprakta (6-11mm) ise çimlenme bariz şekilde düşük olmuştur. (Şekil 72).



Şekil 71. Deneme III. Granül iriliğinin çimlenmeye etkisi (orijinal).



Şekil 72. Deneme V. Granül iriliğinin çimlenmeye etkisi (orijinal).

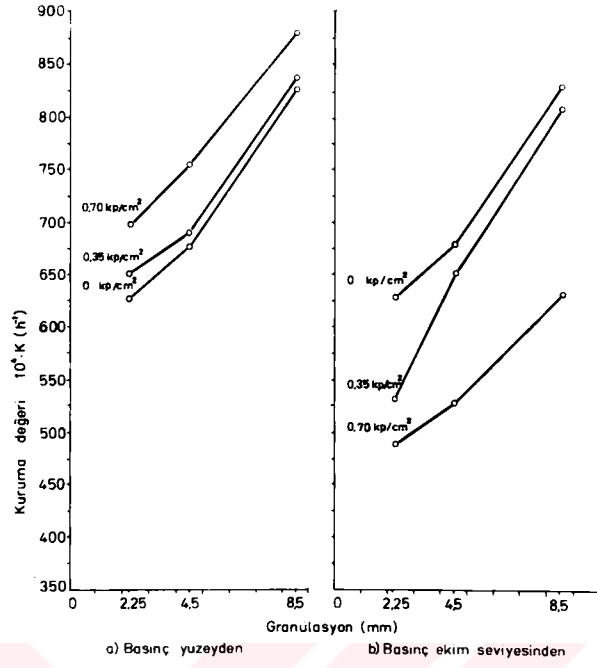
Yağmurlama şeklinde 17 mm su verilerek yüzeyden kaymak tabakası teşekkül ettirilen bu denemede, küçük granül iriliğinde toprak bulunan bölmelerde meydana gelen kaymak tabakası, taban suyundan da faydalanılarak nemli tutulabilmiş, bu da çimlenmeye olumlu yönde etki etmiştir. Gerçekten, ileride kaymak tabakası direnciyle çimlenme arasındaki ilişkinin araştırıldığı VI. denemede açıklanacağı üzere, kaymak tabakasının direnci nem oranı arttıkça azalmaktadır.

Sonuç olarak denilebilir ki, tohum yatağındaki nem miktarı çimlenme için uygun bulunduğu takdirde, iri granüllü toprakta çimlenme yüzdesi artmaktadır (Deneme I). Aksine, tohum yatağındaki nem miktarı çimlenme için uygun olmasına rağmen, aşağıdan kapillarite ile su temin olanağı varsa, deneme III te görüldüğü gibi, deneme I den farklı olarak küçük granül iriliğinde çimlenme yüzdesi artmaktadır. Kapillarite ile aşağı toprak tabakalarından su temin olanağı varsa, küçük granüllü kaymak tabakası iri granüllü kaymak tabakasına göre daha nemli kalabildiğinden, pamuk sürgünlerinin yüzeye çıkması kolaylaşmakta, dolayısıyla çimlenme yüzdesi artmaktadır (Deneme V).

6.122. Granül İriliğinin Nem Kaybına Etkisi

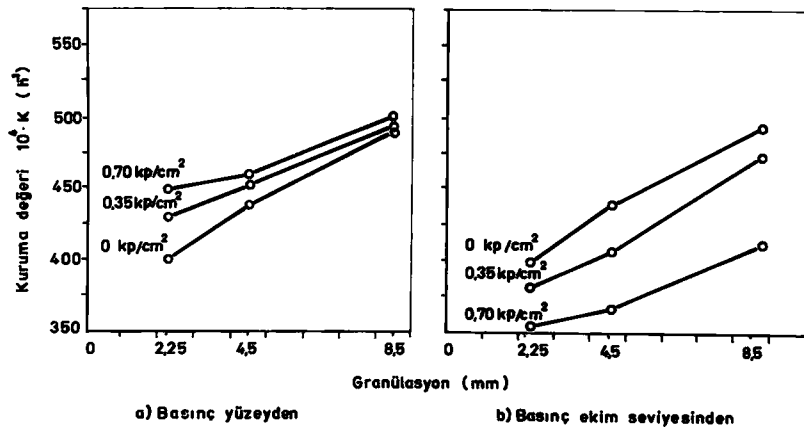
Deneme VII de elde edilen sonuçlardan faydalanarak (Cetvel 5), toprak sıkıştırma basıncına bağlı olarak 2 ayrı toprak nem değerinde granül iriliği ile 10^4 .K kuruma değeri arasındaki ilişki tespit edilmiştir. Gerek yüksek (Şekil 73), gerekse düşük nem durumlarında (Şekil 74), basıncın toprak yüzeyinden veya ekim seviyesinden uygulanması halinde, granül iriliğinin artmasına paralel olarak toprağın 10^4 .K kuruma değerlerinde de bir artış meydana gelmektedir. Ancak, Şekil 73 ve 74'ün mukayeseli olarak incelenmesinden görüleceği üzere, yüksek nem oranında düşük neme göre daha fazla 10^4 .K kuruma değerleri elde edilmekte ve granülasyonun etkisi de daha açık olarak ortaya çıkmaktadır.

Buna göre, tohum yatağından nem kaybını minimuma indirmek için granül iriliğini küçük tutmak ve tohumu ekim derinliği



Şekil 73. Deneme VII. Basıncın yüzeyden ve ekim seviyesinden uygulanmasına göre yüksek nem oranında granül iriliğinin kuruma değerine etkisi (orij.)

seviyesinde bastırmak gerekmektedir.

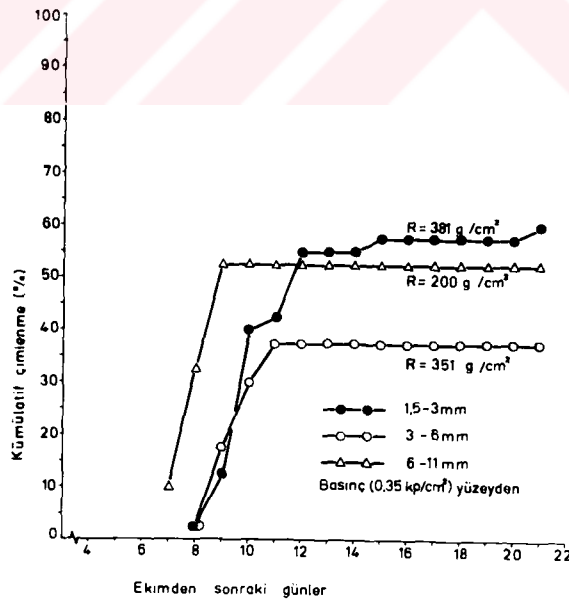


Şekil 74. Deneme VII. Basıncın yüzeyden ve ekim seviyesinden uygulanmasına göre düşük nem oranında, granülasyonun tohum yatağından nem kaybına etkisi (orij.)

6.123. Granül İriliği İle Kaymak Tabakası Direnci ve Çimlenme Arasındaki İlişki

Söke'den getirilen milli-killi-tınlı pamuk toprağında yapılan VI.denemede granül iriliği ile kaymak tabakası ve çimlenme arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Ekimden hemen sonra yağmurlama ile kaymak tabakasının meydana getirildiği VI.denemede toprak yüzeyinden $0,35 \text{ kp/cm}^2$ lik sıkıştırma basıncının uygulandığı bölmelerde değişik granülasyon durumlarında tespit edilen kümülatif çimlenme yüzdelerinin ekimden sonraki günlere bağlı olarak artış seyri (Şekil 75) incelendiğinde, 1,5-3 mm lik granül iriliği istisna edilirse granüllerin büyümesine paralel olarak kümülatif çimlenme yüzdesinin yükseldiği görülmektedir. Bu durum, ekimden sonraki 9.günde çekilen fotoğraflardan da (Şekil 76 ve 77) açık olarak izlenebilir.



Şekil 75. Deneme VI. Toprak yüzeyinden $0,35 \text{ kp/cm}^2$ sıkıştırma basıncının uygulandığı bölmelerde elde edilen kümülatif çimlenme eğrileri ve kaymak tabakası direnç değerleri (orijinal).



Şekil 76. Deneme VI. 3-6 mm granül iriliğinde ve basın-
cın yüzeyden uygulandığı bölmede 9.gündeki
çimlenme durumu (orijinal)



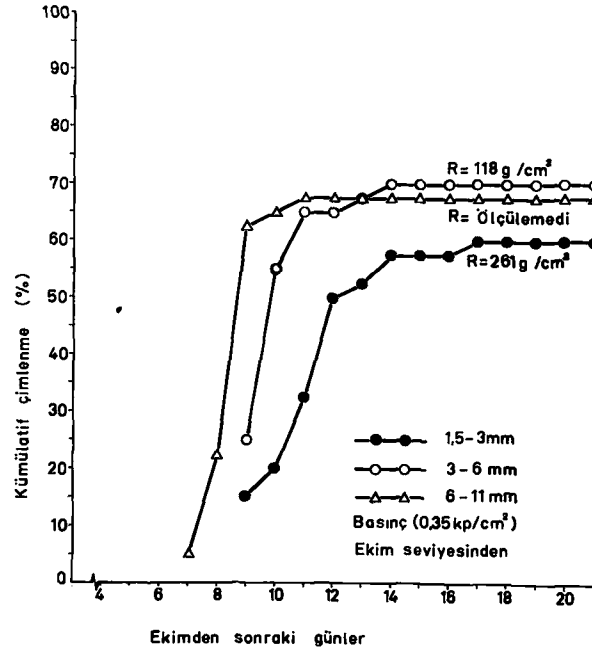
Şekil 77. Deneme VI. 6-11 mm granül iriliğinde ve ba-
sıncın yüzeyden uygulandığı bölmede 9.günde
çimlenme durumu (orijinal)

Şekil 75 de verilen kırılma modülü (R) değerleri incelense, granül iriliklerinin artmasına karşılık, kaymak tabakası direncinin azaldığı görülür. En ufak granüllü (1,5-3 mm) toprak bir tarafa bırakılırsa, diğer iki granül iriliklerinde kaymak tabakası direncinin artması çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemiştir. En ufak granüllü (1,5-3 mm) toprağın bulunduğu bölmede ise, yağmurlama sonunda en yüksek dirençli ($R = 381 \text{ g/cm}^2$) bir kaymak tabakası meydana gelmesine rağmen, kompaktörün baskı plakasının etki alanının genişliğine ve uzunlamasına yer yer çatlaması ve aynı zamanda kapillaritenin de daha yüksek oranda olması nedeniyle çimlenme yüzdesi daha yüksek olmuştur (Şekil 78).



Şekil 78. Deneme VI. 1,5-3 mm granül iriliğinde ve basıncın yüzeyden uygulandığı bölmede 9. günde çimlenme durumu (orijinal)

Aynı değerdeki ($0,35 \text{ kp/cm}^2$) sıkıştırma basıncının ekim seviyesinden uygulandığı bölmelerde, ekimden sonraki günlere ve granül iriliğine bağlı olarak elde edilen kümülatif çimlenme eğrileri (Şekil 79), granül irileşmesinin genellikle çimlenmeyi olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Granül iriliklerinin artmasına bağlı olarak kaymak tabakasının kırılma modülü (R) de azalmaktadır.

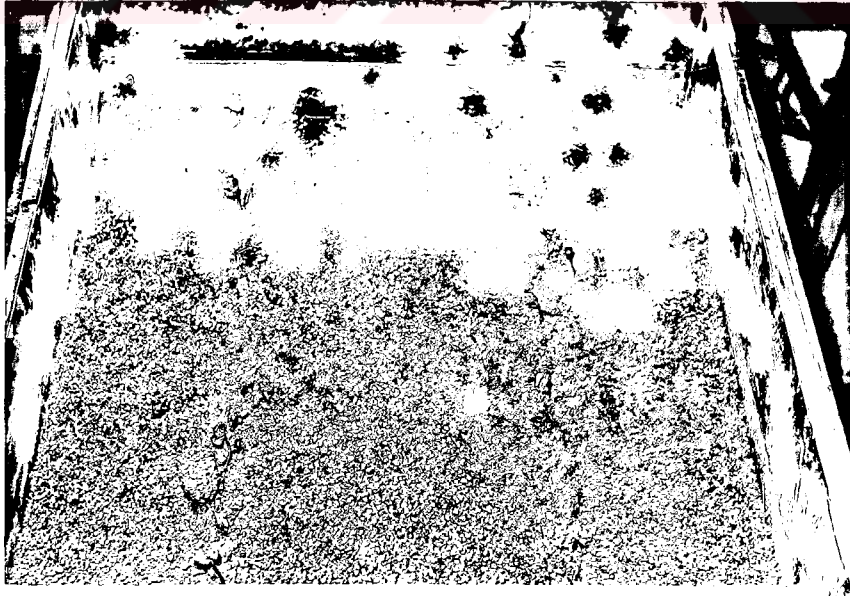


Şekil 79. Deneme VI. Ekim derinliği seviyesinden $0,35 \text{ kp/cm}^2$ sıkıştırma basıncının uygulandığı bölmelerde elde edilen kümülatif çimlenme eğrileri ve kaymak tabakası direnç değerleri (orijinal)

Ekimden sonraki 9.günde, basıncın ekim seviyesinden uygulandığı bölmelerde 3 granül iriliğine göre çimlenme durumları Şekil 80, 81, 82 de görülmektedir. Denemenin bu safhasında, küçük ve orta granül iriliğinde, yağmurlamadan sonra kaymak tabakasının teşekkül ettiği, bunun yanında tohum sıralarının üzerinde olmak üzere çatlama ve çatlamaların yalnız uzunlamasına meydana geldiği ve yüzeyin de nisbeten kuru kaldığı görülmüştür. Pamuk sürgünleri ancak bu yarıklardan çıkabilme olanağı bulmuştur. Yine Şekil 75 ve 79 mukayeseli olarak incelenirse, toprak sıkıştırma basıncının ekim derinliği seviyesinden uygulanması halinde, basıncın yüzeyden uygulanmasına göre daha yüksek bir kümülatif çimlenme yüzdesinin sağlandığı anlaşılır. Gerçekten, toprak sıkıştırma basıncının ekim derinliği seviyesinden uygulanması ile toprağı bastırmaktan amaç olan tohumla toprağında sıkı teması sağlandığı gibi, tohum üzerinde pamuk sürgününün kolaylıkla nüfuz edebileceği kaharık bir üst tabaka da



Şekil 80. Deneme VI. 1,5-3 mm granül iriliğinde ve basıncın ekim seviyesinden uygulandığı bölmede 9.gündeki çimlenme durumu (orijinal)



Şekil 81. Deneme VI. 3-6 mm granül iriliğinde ve basıncın ekim seviyesinden uygulandığı bölmede 9.gündeki çimlenme durumu (orijinal)



Şekil 82. Deneme VI. 6-11 mm granül iriliğinde ve basıncın ekim seviyesinden uygulandığı bölgede 9.gündeki çimlenme durumu (orijinal)

teşekkül etmektedir. Ayrıca, Carnes'in de değindiği gibi, (21,1934), pamuk bitkisi kaymak tabakasını deforme edebilmek için gerekli desteği ekim derinliği seviyesinde teşekkül eden sağlam zeminden alabilmektedir.

Kaymak tabakası kırılma modülü (R) ölçmelerinden elde edilen sonuçlar cetvel 6 da, ossiloport kâğıdına kaydedilen kaymak tabakası direnç eğrilerinden bazı örnekler de Şekil 83 te verilmiştir.

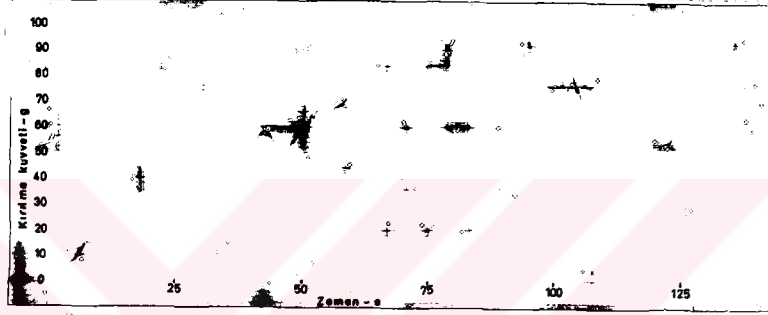
Cetvel 6. Kaymak tabakası kırılma modülü değerleri

Granülasyon (mm)	1,5 - 3		3 - 6		6 - 11		
	0	0,35	0	0,35	0	0,35	
Basınç yüzeyden (kp/cm ²)	0	0,35	0	0,35	0	0,35	
Toprak nemi (%)	15,6±0,4	16,2±0,4	23,3±0,4	17,2±0,4	22,0±0,4	16,4±0,4	21,0±0,4
R (g/cm ²)	261±50	608±45	381±30	118±31	351±44	-X	200±52

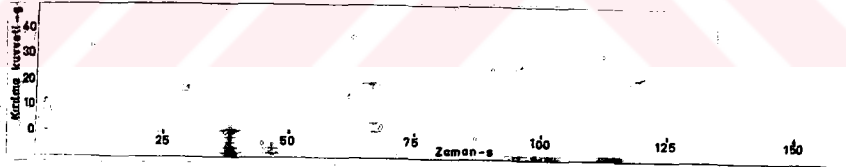
x - Ölçme yapılamadı

Cetvel 7 den şu sonuçlar çıkarılabilir :

- a- Bastırılmsın veya bastırılmasın, toprağın granül iriliğinin artmasına paralel olarak kaymak tabakasının direnci (R) azalmıştır.
- b- Aynı granül iriliğinde olan topraklarda basıncın yüzeyden uygulanması halinde basınçsız bırakılan toprağa nazaran kaymak tabakasının direnci artmıştır.
- c- Aynı granül iriliğinde olmasına rağmen toprak neminin azalması, kaymak tabakasının kırılma modülü (R) değerinin de azalmasına sebep olmuştur.



Granülasyon 3-6 mm
Sıkıştırma basıncı 0,35 kp/cm²
Toprak nem oranı % 21,7



Granülasyon 3-6 mm
Sıkıştırma basıncı 0 kp/cm²
Toprak nem oranı % 16,6

Şekil 83. Ossiloport kâğıdına kaydedilen kaymak tabakası direnç değerleri (orijinal).

6.2. Tarla Denemelerinin Sonuçları

E.Ü.Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yapılan birinci denemede Makina I ve Makina II ile yapılan ekimden sonra 12. günde tespit edilen kümülatif çimlenme sayıları (bitki sayısı/80 m) cetvel 7 de görülmektedir.

Cetvel 7. Makina I ve Makina II ile yapılan ekimden sonra 12. günde elde edilen kümülatif çimlenme sayıları (bitki sayısı/80m)

Varyeteler	B l o k l a r						Varyete	
	1	2	3	4	5	6	Toplam	Ortalama
Makina I	990	1026	878	1003	807	815	5519	919,8
Makina II	536	703	573	848	618	770	4048	674,6
Blok toplam	1526	1729	1451	1851	1425	1585	9567	
Blok ort.	763,0	864,5	725,5	925,5	712,5	792,5		797,2

C.V = % 13,4

$S_x = \pm 43,7$

Birinci denemeden elde edilen çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçlara cetvel 8 de verilmiştir.

Cetvel 8. Birinci denemeye ait varyans analizi

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F		
				Hesaplanan	% 5	% 1
Bloklar	5	69042	13808,4			
Varyeteler	1	180320	180320 ^x	15,6	6,61	16,26
Hata	5	52253	11495,6			
Genel	11	301615	-			

Varyans analiz cetvelinin tetkikinden anlaşılacağı üzere, varyetelerde % 5 e göre istatistiki bir farklılık ($F = 15,6^x$) görülmüştür. O halde, Makina I, Makina II ye göre pamuk tohumu çimlenmesine olumlu yönde etki etmiştir.

Altışar sıradan elde edilen çimlenme değerlerinden (bitki adedi/80 m) ortalama mutlak sapmalar (72,1968) hesaplandığında Makina I için 86,6 ve Makina II için 104 bulunmuştur. Bu sonuç ta paralelogram sistemine sahip pamuk ekim makinasının çimlenme bakımından sıralar arası uniformiteye olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir.

Tohum yatağını dar bir şerit halinde ve yüzlek olarak işleyen toprak frezesinin çimlenmeye olan etkisini tespit etmek amacıyla yapılan 2. denemede elde edilen çimlenme sonuçları cetvel 9 da

tekerrürleri ve ortalamaları ile birlikte verilmiştir.

Cetvel 9. Üç ayrı tohum yatağı hazırlama metodu ile altı blokta elde edilen çimlenme sayıları (bitki adedi/80 m)

Varyeteler	B l o k l a r						Varyete	
	1	2	3	4	5	6	Toplam Ortalama	
Metod A	990	1026	878	1003	807	815	5519 919,8	
Metod B	997	1063	1140	1052	997	1014	6263 1043,8	
Metod C	906	922	1008	902	1018	952	5708 951,5	
Blok toplamı	2893	3011	3026	2957	2822	2871	17490	
Blok ortal.	964	1003	1008	985	940	927	971,7	

$$C.V = \%8,02$$

$$S_x = \pm 31,5$$

Cetvel 10 da ikinci denemeye ait varyans analizi sonuçları ve varyetelere ait F değerleri (istatistik cetvelinde $P = \% 1$ veya $P = \% 5$ değerleriyle birlikte) görülmektedir.

Cetvel 10. Üç ayrı tohum yatağı hazırlama metodu ile 6 blokta elde edilen çimlenme değerlerine ait varyans analizi

Varyasyon kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F		
				Hesaplanan	% 5	% 1
Bloklar	5	16795	3359			
Varyeteler	2	49848	24924 ^x	4,17	4,10	7,56
Hata	10	59753	5975,3			
Genel	17	1266396	-			

Cetvelden görüleceği üzere tohum yatağı hazırlama metodları arasında $\% 5$ e göre istatistiksel bir farklılık vardır ($F = 4,17^x$). Tohum yatağı hazırlama metodundan hangisinin diğerlerinden istatistiksel olarak üstün etkili olduğunu bulmak için yapılan Duncan testinden aşağıdaki gruplar elde edilmiştir.

Metod B - a

Metod C - a b

Metod A - b

Sonuç olarak ilkbahar sürümü yapılmış bloklarda 2 kat tapan çektikten ve frezeyle toprağı 40 cm genişliğinde ve takriben 4 cm derinliğinde yüzlek olarak şerit halinde işledikten sonra paralelogramlı ekim makinasıyla ekim yapmanın (Metod B) çimlenmeye olumlu yönden katkı ettiği söylenebilir. Bu duruma göre, günümüzde kullanılan tohum yatağı hazırlama işlemleri yerine frezeyle yapılan yüzey toprak işlemlerini ikame etmek, çimlenmeyi azaltmamakta, bilakis teşvik etmektedir.

Normal olarak 25-30 dekarlık bir pamuk tarlasının günümüzde uygulanmakta olan tohum yatağı hazırlama işlemlerinin (yani dis-karo-tırmık-tapan kombinezoğu) 1,5-2 günde yapılabildiği dikkate alınırsa, bu sonucun pratikteki önemi ortaya çıkar. Gerçekten, ekonomik çalışma temin etmesi, tohum yatağından nem kaybını azaltması bakımından frezeli ekim makinasıyla ekim ilgi çekicidir. Bu metodun rüzgâr erozyonunu engelleyici etkisi de olabileceği söylenebilir.

Denemelerde ekim sırasında 0-10 ve 10-20 cm derinlik katlarından alınan toprak nümunelerinde tespit edilen nem oranları ve ayrıca burgulu kesme test aleti ve darbeli penetrometre ile yapılan ölçme sonuçları cetvel 11 de verilmiştir.

Cetvel 11 de görüleceği üzere Metod B ile hazırlanmış bloklarda gerek burgulu kesme testi ve gerekse penetrometre testi sonucunda elde edilen değerlerin daha düşük olmasına rağmen, 0-10 ve 10-20 cm derinlik katlarında tespit edilen toprak nem oranları daha yüksek olmuştur.

6.3. Kanal Denemelerinin Sonuçları

6.3.1. Balta Tipi ve Tek Diskli Gömücü Ayakların Çeki Kuvveti İhtiyaçları

Kanal A (kumlu-killi) ve kanal B (kumlu) topraklarında yapılan çalışmalarda, balta tipi ve tek diskli gömücü ayaklarda çalışma hızı (V), çekim kuvveti (P) ve iş derinliği (t) arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Kanal denemelerinden elde edilen sonuçlar

Cetvel 11. Deneme bloklarında ölçülen toprak nem oranlarıyla burgulu kesme test aleti ve darbeli penetrometre ile yapılan ölçme sonuçları

Derinlik (cm)	Blokları hazırlama metodları					
	A		B		C	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Toprak nemi (%)	16,2±0,6	18,5±0,6	20,1±0,3	20,6±0,8	17,8±0,5	21,5±0,4
Burgulu kesme testi (kp/cm ²)	282±55	516±42	211±24	403±45	338±28	821±63
Darbeli penetrometre testi (darbe/20cm)	44±8		38±5		58±4	

cetvel 12 ve 13 de verilmiştir.

Cetvel 12. Balta tipi gömücü ayakta, çalışma hızı ve iş derinliğine göre kanal A ve kanal B topraklarında tespit edilen çeki kuvveti değerleri.

Kanal	iş derinliği cm	1,14 m/s		1,50 m/s		1,90 m/s	
		Çeki kuvveti kp	Hata oranı m	Çeki kuvveti kp	Hata oranı m	Çeki kuvveti kp	Hata oranı m
A	6	122,5	3,5	132,9	3,5	137,2	6,0
B		131,2	6,2	139,4	3,0	141,2	3,3
A	4	85,4	3,2	106,7	4,4	116,1	3,1
B		94,0	6,3	110,8	4,9	115,0	3,5
A	2	72,7	4,8	87,3	6,6	91,2	7,2
B		45,4	5,2	64,2	4,2	65,9	5,0

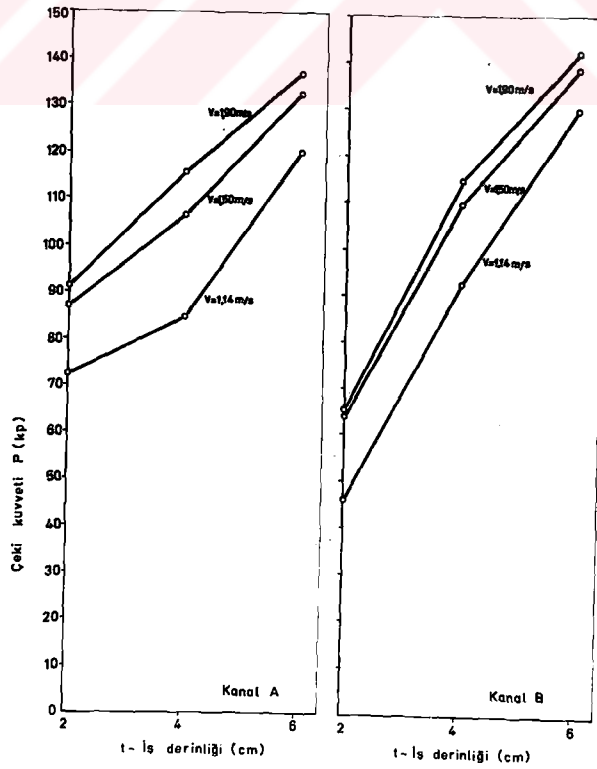
6.311. İş Derinliğinin Çeki Kuvvetine Etkisi

Balta tipi gömücü ayağın iki ayrı toprakta (Kanal A ve kanal B) ve üç sabit çalışma hızında çizi açması sırasında meydana gelen çeki kuvvetlerinin iş derinliğine bağlı olarak değişimleri Şekil 84 de gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere, her üç çalışma hızında iş derinliğinin artmasıyla birlikte çeki kuvveti değerleri de

Cetvel 13. Tek diskli gömücü ayakta çalışma hızı ve iş derinliğine göre kanal A ve kanal B topraklarında tespit edilen çeki kuvveti değerleri

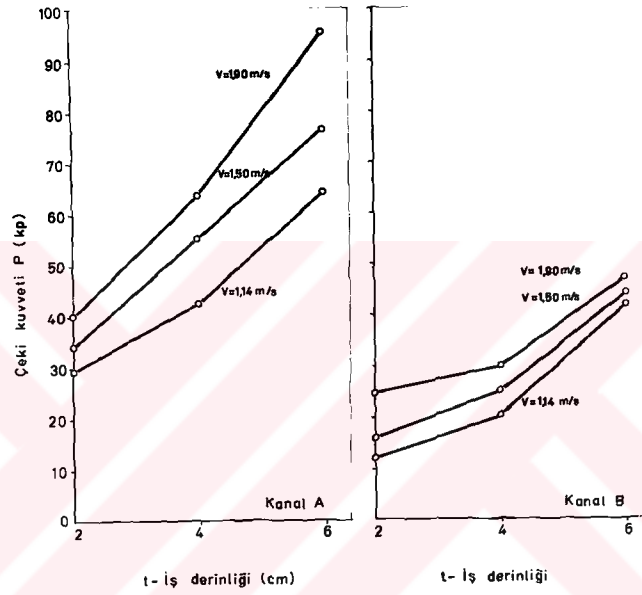
Kanal	İş derinliği cm	1,14 m/s		1,50 m/s		1,90 m/s	
		Çeki kuvveti kp	Hata oranı m	Çeki kuvveti kp	Hata oranı m	Çeki kuvveti kp	Hata oranı m
A	6	64,4	2,6	76,5	7,1	95,7	7,5
B	6	43,4	4,6	44,0	1,8	47,7	3,7
A	4	42,9	3,9	58,4	1,8	63,0	3,6
B	4	19,9	2,5	25,3	3,3	29,1	2,2
A	2	29,7	5,0	34,2	5,8	40,2	1,9
B	2	12,5	8,0	15,7	3,9	24,9	5,9

artmıştır. Her iki kanal toprağında balta tipi gömücü ayak için 4 ve 6 cm iş derinliklerinde yaklaşık aynı çeki kuvveti değerleri elde edilmesine karşılık, 2 cm iş derinliğindeki çeki kuvveti değerleri Kanal B toprağında daha düşüktür.



Şekil 84. Balta tipi gömücü ayakta iş derinliğine bağlı olarak iki değişik toprakta çeki kuvveti değişimi (orijinal)

Tek diskli gömücü ayağın Kanal A toprağında aynı derinlik ve çalışma hızlarında ölçülen çeki kuvveti değerleri (Şekil 85), Kanal B toprağında ölçülen değerlere göre daha yüksek olmuştur. Şekil 84 ve 85 mukayese edilecek olursa, tek diskli gömücü ayağın çeki kuvveti ihtiyacı her iki kanal toprağında balta tipi gömücü ayağa göre oldukça daha azdır.

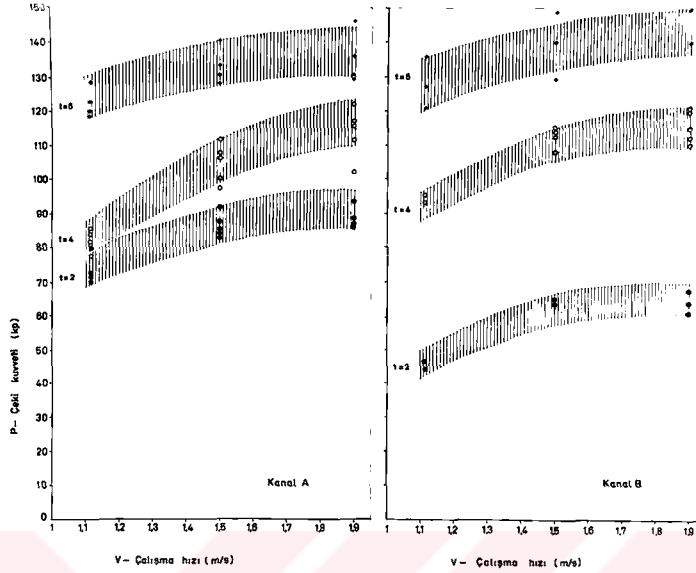


Şekil 85. Tek diskli gömücü ayakta iş derinliğine bağlı olarak iki değişik toprakta çeki kuvveti değişimi (orijinal)

6.312. Çalışma Hızının Çeki Kuvvetine Etkisi

Balta tipi gömücü ayak ile kanal A ve kanal B topraklarında 3 değişik (t) iş derinliğinde yapılan çalışmada, çeki kuvveti (P) nin çalışma hızı (V) ye bağlı olarak değişimleri Şekil 86 da gösterilmiştir. Her iki toprakta iş derinliğine bağlı olarak, çalışma hızının artmasıyla birlikte çeki kuvvetinde de üssü bir artış meydana gelmektedir. Kanal A ve Kanal B topraklarında tek bir gömücü ayak için 4 ve 6 cm iş derinliklerinde, çalışma hızına bağlı olarak takriben aynı çeki kuvveti değerlerinin bulunmuş olmasına rağmen, 2 cm iş derinliğindeki çeki kuvveti değerleri Kanal B

toprağında daha düşük olmuştur.



Şekil 86. Balta tipi gömücü ayakta kanal A ve kanal B toprağında iş derinliğine bağlı olarak çeki kuvveti (P) ile çalışma hızı (V) arasındaki ilişki (orijinal)

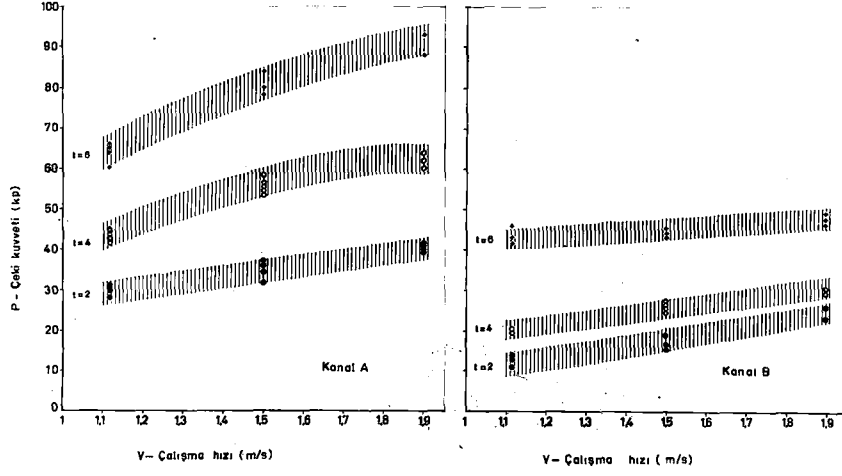
Tek diskli gömücü ayak ile kanal A ve kanal B topraklarında 3 değişik (t) iş derinliğinde yapılan çalışmada, çeki kuvveti (P) nin çalışma hızı (V) ye bağlı olarak değişimleri Şekil 87 de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere, her iki toprakta da çalışma hızının artmasıyla birlikte çeki kuvvetinde bir artış kaydedilmiştir. Sabit iş derinliklerinde, kanal A toprağında kanal B toprağına göre daha yüksek çeki kuvveti değerleri elde edilmiştir.

6.32. Çizi Profillerinin İncelenmesi

Kumlu-tınlı kanal B toprağında balta tipi ve tek diskli gömücü ayakların üç değişik çalışma hızı (1,14; 1,50; 1,90 m/s) ve 3 iş derinliğinde (2; 4 ve 6 cm) toprakta açmış oldukları çizilerin profilleri profilograf vasıtasıyla tespit edilmiştir.

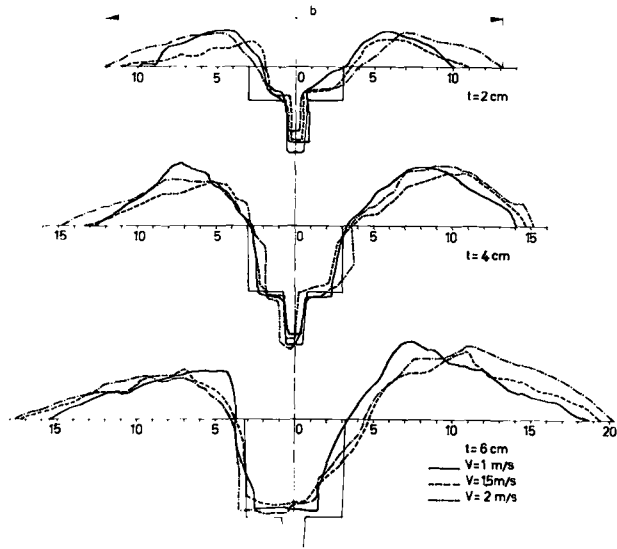
6.321. İş Derinliğinin Çizi Profiline Etkisi

Üç değişik iş derinliğinde balta tipi ve tek diskli gömücü

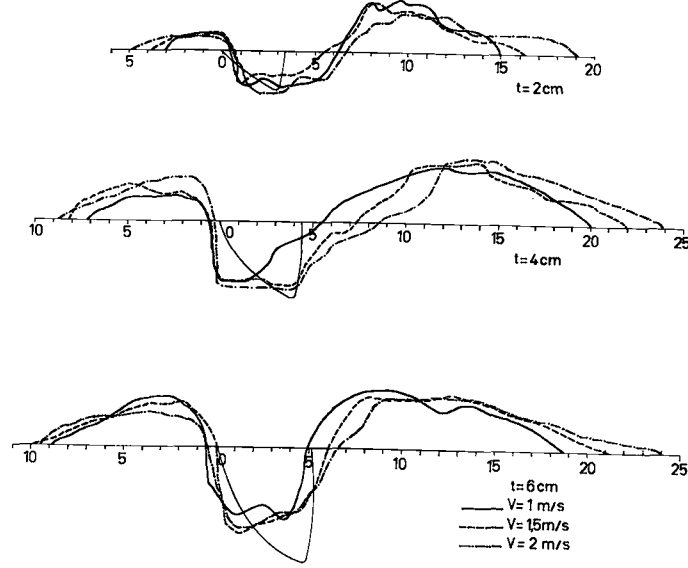


Şekil 87. Tek diskli gömücü ayakta kanal A ve kanal B toprağında iş derinliğine bağlı olarak, çeki kuvveti (P) ile çalışma hızı (V) arasındaki ilişki (orijinal)

ayakların çalışma hızına bağlı olarak değişen çizi profilleri Şekil 88 ve 89 da gösterilmiştir.



Şekil 88. Balda tipi gömücü ayakta üç değişik iş derinliği ve çalışma hızında elde edilen çizi profilleri (orijinal)



Şekil 89. Tek diskli gömücü ayakta üç değişik iş derinliği ve çalışma hızında elde edilen çizi profilleri (orijinal)

Yukarıdaki şekillerle 14 no.lu cetvel incelenirse, iş derinliğinin artmasıyla birlikte her iki gömücü ayağın deformasyon alanlarının artmakta olduğu görülür. Her üç çalışma hızı ve iş derinliğinde yapılan denemelerde, pamuk tohumlarının toprakla örtülebilmesi için mutlaka tohum kapaticılarına veya baskı tekerleklerine ihtiyaç olduğu ve tek diskli gömücü ayağın iki cm iş derinliğinde pamuk tohumunun yerleşebileceği uygun bir çizi açamadığı müşahade edilmiştir.

Cetvel 14. Balta tipi ve tek diskli gömücü ayaklarda iş derinliği ve çalışma hızına bağlı olarak kumlu tınlı toprakta çizi genişliği (b) nin değişimi (cm).

İş derinliği cm	Çalışma hızı (m/s)					
	Balta gömücü ayak			Tek diskli gömücü ayak		
	1,14	1,50	1,90	1,14	1,50	1,90
2	20	22	25	18	20	24
4	28	30	35	26	29	33
6	35	36	39	27	30	33

6.322. Çalışma Hızının Çizi Profiline Etkisi

Çalışma hızının artmasıyla birlikte, iş derinliğinin yaptığı etki kadar olmamakla beraber, gömücü ayakın toprak şeridini yan tarafa atma etkisi de arttığından, çizi genişlikleri (**b**) de artmaktadır (Cetvel 14). Bu nedenle, çalışma hızının artması her iki gömücü ayakta açılan çizilerin Şekil 88 ve 89 da görüleceği gibi, daha temiz ve belirgin olmasını da sağlamaktadır.

6.323. Gömücü Ayakların Örseleme Katsayılarının İncelenmesi

Balta tipi ve tek diskli gömücü ayaklar için hesaplanan örseleme katsayıları cetvel 15 de verilmiştir.

Cetvel 15. Balta tipi ve tek diskli gömücü ayakların iş derinliği (t) ve çalışma hızı (V) ye bağlı olarak hesaplanan örseleme katsayıları

t cm	V (m/s)	Balta gömücü ayak			Tek diskli gömücü ayak		
		1,14	1,50	1,90	1,14	1,50	1,90
2		1,73	1,40	2,08	6,52	5,04	7,25
4		4,30	4,03	4,23	3,89	4,63	5,23
6		2,99	2,98	3,16	2,65	2,73	2,98

Balta tipi gömücü ayakın her üç çalışma hızında da örseleme katsayıları iş derinliğinin artmasına paralel olarak önce artmakta ve belli bir iş derinliğinden sonra tekrar düşmekte iken, tek diskli gömücü ayakın iş derinliği arttıkça örseleme katsayıları muntazaman azalmaktadır. Genellikle her iki gömücü ayakta da çalışma hızı arttıkça, iş derinliğine bağlı olarak örseleme katsayıları artmış ve yan tarafa atma etkisinin artması nedeniyle çiziler daha temiz kalmıştır. Her iki gömücü ayak için tespit edilen örseleme katsayıları mukayeseli olarak incelendiğinde, tek diskli gömücü ayakın örseleme katsayısı genellikle daha yüksek bulunmuştur.

7. T A R T I Ő M A

Tarlâ ürünlerinin hassas olarak ekimini gerçekleştirecek uygun makinaların geliştirilebilmesi için, makinanın fonksiyonel istekleri hakkında doğru bilgilere sahip olmak gereklidir. Ekim makinasının performansını geliştirmek amacıyla, yabancı memleketlerde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ancak, sıhhatli bir çimlenme elde edebilmek için tohumun istekleri, ekim makinasının dizaynında faydalanabilecek şekilde tatminkâr terimlerle tanımlanamamıştır. Çimlenmeye etki eden faktörlerden çoğu, ekim makinası tarafından kolaylıkla kontrol edilememektedir. Bununla beraber, toprak sıkıştırma basıncı, ekim derinliği, granül iriliği v.b. faktörler ekim makinalarında bulunabilen iş organları tarafından kontrol edilebilir.

Ekim makinasının baskı tekerleği tarafından toprağa uygulanan sıkıştırma basıncının değeri ve uygulanma seviyesi hakkında bir karara varabilmek için, toprağın nem oranı ve taban suyunun durumu hakkında yeterli bilgilere sahip olmak gereklidir. Memleketimizde genellikle çiftçilerimizin ekim mevsiminde üzerinde durdukları önemli hususlardan birisi de, toprağı tavında yakalayıp zamanında ekime geçebilmektir. Gerçi, ekime erken geçmekle nem problemi halledilebilirse de, toprak sıcaklığının erken ekim zamanında gerekenden düşük olması, pamuk tohumu çimlenmesine olumsuz yönde etki edebilir. Gerçekten, ekim zamanında çiftçi erken ekime geçmekte haklı olarak tereddüde düşmekte, toprak sıcaklığının yükselmesini beklediği takdirde de nem oranı bilhassa üst toprak katında azalmaya başlamaktadır. Nitekim, Menemen, Söke ve Torbalı ovalarındaki pamuk tarlalarında, toprak sıcaklığının çimlenme için bir problem olmaktan çıktığı Mayıs başında (1969) yapılan ölçmelerde (Cetvel 4), toprak neminin aşağıdan yukarıya doğru büyük nisbette azaldığı tesbit edilmiştir. Bu bakımdan, toprak sıcaklığının çimlenme için uygun olduğu durumda, toprak nemini çimlenmeyi engelleyici bir faktör olmaktan çıkarabilmek için gerekli çarelerden birisi de, aşağı

katlardan bir su hareketinin tohum yatağına sağlanmasıdır.

Kapillarite etkisi ile, suyun tohuma ulaştırılması toprağın yüzeyden veya ekim derinliği seviyesinden bastırılmasıyla mümkündür. Ancak, toprağın yüzeyden bastırılması tohumun üzerinde sürgünlerin yüzeye çıkmasına engel teşkil eden fazla dirençli bir üst toprak tabakasının meydana gelmesine sebep olmaktadır. Denemelerde, bilhassa toprak neminin yüksek olduğu durumlarda toprağın yüzeyden bastırılması halinde bitki sürgünlerinden bir kısmının daha yüzeye çıkamadan kırıldığı, çıkmış olanların bir kısmının da gelişmesinin yavaşladığı müşahade edilmiştir. Toprağı ekim derinliği seviyesinden bastırmakla, alt tabakalardaki suyun kapillarite ile ekim derinliği seviyesine yükselebilmesi ve tohumla toprağın daha sıkı temasının bir sonucu olarak bitkinin topraktaki sudan daha fazla faydalanabilmesi sağlandığı gibi, bitki sürgünlerinin daha az enerji sarfiyle yüzeye çıkabilmesi de bağlanmaktadır. Basıncın ekim derinliğinden uygulanmasının diğedi bir avantajı da, tohum yatağından nem kaybını azaltması gösterilebilir. Gerçekten, denemelerde yüzeyden bastırmanın tohum yatağından nem kaybını fazlalaştırdığı, aksine ekim derinliği seviyesinden bastırmanın nem kaybını azalttığı tespit edilmiştir. Ekim derinliği seviyesinden toprağın bastırılmasının tohum yatağına olan su hareketini teşvik ettiği, nem kaybını önlediği ve genç bitkinin fazla örselenmeden yüzeye çıkmasını sağladığı dikkate alınarak, ekim makinalarının baskı tekerleklerinin toprağı ekim derinliği seviyesinden bastırarak şekilde projelenmeleri daha uygun olur. Klima odasında yapılan denemeler, toprak nemine paralel olarak sıkıştırma basıncının da değiştirilmesi gerektiğini göstermiştir. Bu bakımdan, baskı tekerleklerinin özgül basınçlarının ayarlanabilir olması gerekir.

Denemelerde pamuk tohumunun çimlenmesine toprağın granül iriliğinin de etkisi olduğu tespit edilmiştir. Tohum yatağı küçük granüllü (1,5-3 mm) olduğu, bunun yanında kapillarite ile ekim derinliği seviyesi ahtından nem temin olanağı bulunduğu zaman kümülatif çimlenme oranları artmıştır. Diğer taraftan, toprak granüllerini

büyümesine paralel olarak, tohum yatağında meydana gelen nem kaybının arttığı görülmüştür. Şu halde, nem hareketini teşvik etmek ve nem kaybını azaltmak amacıyla, tohum yatağındaki toprağın küçük granül iriliğinde olması gerekmektedir. Ancak, kaymak tabakasının problem olduğu durumlarda küçük granüllü toprakta daha yüksek dirençli kaymak tabakası teşekkül ettiğinden tohum yatağının en üst katının iri granüllü olması, kaymak tabakasının direncini azaltması yönünden bir tedbir olarak düşünülebilir. Çeşitli ikinci toprak işleme aletlerinin granül tabakalaşması meydana getirebilme yeteneğinin incelenmesi bu yönden önemlidir.

Pamuk sürgününün toprak yüzeyine çıkıp çıkmamasına ekimden sonraki yağmurun meydana getirdiği kaymak tabakasının direncinin büyük etkisi vardır. Bu nedenle, kaymak tabakası teşekkülünü nisbeten engelleyecek veya kaymak tabakası teşekkül etmişse, bu tabakanın olumsuz etkilerini bertaraf edecek tedbirlerin alınması gerekir. Yukarıda değinildiği gibi toprak yüzeyinin iri granüllü olması, kaymak tabakası teşekkülüne engel olabilir. Yabancı literatürde kaymak tabakasının teşekkülüne engel olan çeşitli mulch malzemesinden bahsedilmekteyse de bu tedbirin her yerde ekonomik olması düşünülemez. Kaymak tabakası teşekkül etmiş ise, tohumların havasızlıktan boğulmaları söz konusu olmadığı durumlarda, bu tabakanın pamuk sürgünlerine zarar vermeyecek şekilde geliştirilmiş mekanik vasıtalarla kırılması mümkündür. Bunun yanında, memleketimizde de, uygulandığı gibi, ekim normunu arttırmak suretiyle fazla sayıda pamuk sürgününün kaymak tabakasını birlikte zorlaması sağlanarak, kaymak tabakasının olumsuz etkisinin giderilmesine çalışılmaktadır. Diğer taraftan, mümkün olduğu kadar sığ ekim yapmak suretiyle, pamuk sürgününün bir an evvel toprak yüzeyine çıkması sağlanmalıdır. Pamuk tohumunun çimlenme hızını arttırmak için çiftçilerimiz, kurak geçen yıllarda havlı pamuk tohumunu ıslattıktan sonra ekerler. Gerçekten, kaymak tabakasının direnci zamana bağlı olarak arttığından sürgünler, ne kadar erken yüzeye yaklaşırlarsa o kadar az çimlenme enerjisi sarfıyla kaymak tabakasını defarfe edebilmektedir.

Toprağın kaymak tabakasının direncini yenabilmek için, henüz sürgün halinde bulunan genç bitkinin köklerine destek olabilecek sağlam bir zeminin de temin edilmesi gereklidir. Toprağın ekim derinliği seviyesinden baskı tekerlekleriyle bastırılması bu bakımdan da faydalıdır. Toprağın ekim derinliği seviyesinden bastırılması, yüzeyden bastırmaya göre daha az dirençli kaymak tabakasının meydana gelmesine sebep olmakta, bu da çimlenmeye olumlu yönde etki etmektedir.

Günümüzde kullanılan ekim tekniğini ve üretim vasıtalarını geliştirmek amacıyla dikkate değer miktarda araştırma çabaları sarfedilmiş olmasına rağmen, pratik olarak çözümlenemeyen çeşitli problemler de ortadadır. Ekim sırasında tohum yatağının minimum derecede örselenmesi, üniform çizi profillerinin meydana getirilmesi ve bunların korunması ile tohumun toprağa üniform olarak yerleştirilmesi, bu problemlerin bir kısmını teşkil etmektedir. Üretimde önemli bir şart ta, sıra üzerinde üniform bir bitki dağılımı elde etmektir. İstenilen bitki yoğunluğunda sıraların elde edilmesi, sonraki üretim faaliyetlerini büyük ölçüde basitleştirdiği gibi, özgül verimi ve üniformiteyi de arttırmaktadır. Seyrek ve prodüktif olmayan bitki sıralarının meydana gelip gelmemesine tohum kalitesinden başka, tohum yatağı hazırlamadan ekime dek uygulanan agro-teknik metodların da etkisi vardır. Bu bakımdan, tarla denemelerinde pamuk ekim makinasının ekici organlarından olan paralelogram sistemi, derinlik ayar tekerleği ve baskı tekerleğiyle, ekim sırasında sadece tohum yatağını şerit halinde işleyen küçük toprak frezesinin çimlenmeye etkileri incelenmiştir. Bu denemeler, günümüzde kullanılan ekim makinasında bulunmayan paralelogram sistemi, derinlik ayar tekerleği ve baskı tekerleği gibi organların çimlenmeye müsterek etkisinin istatistiki olarak olumlu ($F = 15,6^X$) olduğunu ortaya çıkarmıştır. Paralelogram sistemine sahip ekim makinasının çimlenmedeki üniformiteyi iyileştirdiği dikkate alınırsa, gömücü ayakların çatiya rijid olarak değil, paralelogram sistemi vasıtasıyla bağlanması daha uygun olacağı anlaşılır.

Balta gömücü ayağın önünde giden küçük bir freze ile, toprağın dar şeritler halinde ve yüzlek olarak işlenmesinin çimlenmeye olumlu etkisi olmuştur. Günümüzde tohum yatağı hazırlamada kullanılan işlemler yerine böyle bir frezenin ikame edilmesi, çimlenmeyi teşvik etmekten başka tohum yatağından nem kaybını azaltması, ekonomik bir çalışma temin etmesi bakımından da ilgi çekicidir. Bu metodun rüzgâr erozyonunu engelleyici etkisinin de bulunduğu söylenebilir. Bu duruma göre, asıl tohum yatağının dışında olan tohum sıra aralıklarını ve kök bölgesini tohum yatağı hazırlanması sırasında aynı işleme tâbi tutmak gereksizdir.

Balta tipi ve tek diskli gömücü ayakların çeki kuvveti ihtiyaçları ekim derinliği ile hemen hemen lineer olarak artmakta, çeki kuvvetiyle çalışma hızı arasında ise üssü bir ilişkinin olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim, Gorjatschkin'e göre, çeki kuvveti biri statik (Z_0) ve diğeri dinamik (ϵV^2) olmak üzere iki kısımdan ibarettir. Yukarıdaki ifadeden anlaşılacağı üzere, çeki kuvvetinin dinamik kısmı çalışma hızının karesiyle artmaktadır. Genel olarak yapılan kuvvet ölçmelerinde balta tipi gömücü ayakta, tek diskli gömücü ayağa göre daha yüksek çeki kuvveti değerleri ölçüldü. Bunun nedeni, tek diskli gömücü ayağın yuvarlanma ve kesme dirençlerine göre, balta tipi gömücü ayağa etki eden sürtünme kuvvetlerinin daha büyük olmasıdır. Şüphesiz, sadece çeki kuvveti ihtiyaçlarının mukayesesi ile gömücü ayakların iyilik dereceleri hakkında bir hüküm vermek doğru olmaz. Nitekim, balta tipi gömücü ayak normal tohum yatağı şartlarında ekim işini daha iyi yapabilmekte ve toprağı daha az örselenmektedir. Tohum yatağının fazla örselenmesinin ise topraktan nem kaybını arttırdığı bilinen bir gerçektir.

Görünüyor ki, başarılı bir pamuk ekim makinasının ortaya konulabilmesi, çok yönlü olan ekim koşullarının iyi bilinmesine bağlıdır. Bu makina, ekimde etkili olan bütün faktörleri yerine göre en iyi şekilde koordine edebilecek bir konstrüksiyona sahip olmalıdır.

8 - ÖZET

✓ Bu çalışmanın amacı ~~a~~ kontrollu laboratuvar şartlarında toprak sıkışmasının, toprak granülasyonunun ve toprak kaymak tabakasının pamuk tohumu çimlenmesine etkisini tespit etmek, ~~b~~ toprak sıkışması ve toprak granülasyonunun, kuruma katsayısı K ya etkisini bulmak, ~~c~~ pamuk ekim makinasının performansını ıslah etmek için makina parçalarının fonksiyonel istekleri hakkında bilgi elde etmektir. X

Ekim mekaniğiyle ilgili olan araştırmalar klima odasında yapıldı. Odanın nem ve sıcaklığı termo-higrostat vasıtasıyla kontrol edildi. Yetiştirme sandıklarının üzerinde 1,86 m/s rüzgar hızı temin edebilmek için klima odasında meydana getirilen vantilatör ve kanal düzeninden faydalanıldı. Denemeler sırasında klima odası havasının sıcaklık ve nisbi nemi meteografla kaydedildi.

Balta ve tok diskli gömücü ayakların (P_H) yatay kuvvetleri (çekme kuvveti) elektronik tek komponent ölçü düzeni ile tesbit edildi. Gömücü ayakların toprakta açtığı çizilerin profillerinin çıkarılmasında toprak profilografı kullanıldı. Kuvvet ölçmeleri ve çiziler profillerinin çıkarılması toprak kanalında yapıldı.

Tarla denemelerinde prototip pamuk ekim makinasının organlarından olan paralelogram sistemi, derinlik ayar tekerleği ve baskı tekerleği ile ekim sırasında sadece tohum yatağını serit halinde işleyen küçük toprak frezesinin çimlenmeye etkileri incelendi. Tarla denemeleri E.Ü.Z.F. Araştırma ve Uygulama çiftliğinde yapıldı.

Toprak direncinin seri olarak tesbit edilmesinde penetrometreler elektronik kesme halkalı test cihazı ve kanatlı burğu ünitesi kullanıldı. Toprak kaymak tabakasının kırılma direnci, kırılma modülü ölçü cihazıyla ölçüldü. Toprakların konsistans karakteristiklerinin tesbiti ve mekanik analizleri laboratuvarında yapıldı.

Sıkıştırma basıncının ve granül iriliğinin toprağın kuruma değeri üzerine etkisinin karakterize edilmesinde Newton denkleminin faydalanıldı.

Toprak nemi yüzde oranları laboratuvarında tartma ve fırında kurutma metodu ile bulundu. Seri ölçmelere ihtiyaç olduğunda bu metod yerine alkolle yakma metodu kullanıldı.

Arastırma sonuçları kısaca şöyle özetlenebilir :

1. Simüle edilmiş tarla şartlarında toprak sıkışmasının pamuk tohumlarının çimlenmesine etkisi, toprağın nem oranına ve basıncın uygulanma seviyesine göre değişti. Toprak neminin uygun olduğu deneme şartlarında (yetiştirme odasındaki deneme I), yüksek basınçlar (0,35 ve 0,70 kp/cm²) çimlenmeyi engellerken, en yüksek çimlenme oranı yüzey basıncının uygulanmadığı bölmelerde elde edildi. Bunun nedeni, basılmış olan toprak şartlarında yeteri kadar oksijen bulunmaması ve sıkışmış toprağa tohum sürgünlerinin nufuz edememesi veya her iki faktörün müsterek etkisi olabilir.

Çimlenme için gerekli olan toprak nemi minimum seviyede bulunduğu ve taban suyundan nem temin olanağı olmadığı zaman, toprağın 0,70 kp/cm² yüzey basıncına kadar sıkıştırılması çimlenmeyi arttırmadı (deneme IV). Bununla beraber (deneme II ve III), alt katlardan kapillariite ile nem temin olanağı olduğunda, 0,70 kp/cm² basınçta daha hızlı çimlenme sağlandı. Bu sonuçlar, toprağın bastırılmasının ancak tohumun aşafısında faydalanılabilir nem bulunduğu zaman çimlenmeyi arttıracaklarını göstermektedir.

Toprağın ekim derinliği seviyesinden bastırılması ve üzerinin kabarık toprakla örtülmesiyle yüzey sıkışmasının olumsuz etkisi azaltıldı. Ekim derinliği seviyesinden sıkıştırma çimlenmeyi teşvik etti. Bunun nedeni, ekim derinliği seviyesinde tohumun sıkıştırılması ve üzerinin kabarık toprakla örtülmesiyle, toprak yüzeyindeki mekaniksel direncin dolayısıyla çimlenme için lüzumlu enerji miktarının azalmış olmasıdır.

2. Toprak sıkışmasının toprağın kuruma değerine etkisi toprak nem oranına, basıncın uygulama seviyesine ve granül ölçülerine göre değişti (deneme VII).

Herhangi bir granül iriliğindeki toprağın yüzeyden sıkıştırılması halinde, sıkışmanın artmasıyla birlikte toprağın kuruma değeri arttı. Toprağın ekim derinliği seviyesinden bastırılmasıyla, herhangi bir granül iriliğinde, sıkışmanın artması kuruma değerinin azalmasına sebep oldu.

İlk nem oranının artması toprağın kuruma değerine büyük ölçüde etki yaptı. İlk nem oranı düşük olduğunda, toprak sıkıştırma işleminin toprağın kuruma değerine etkisi çok azdı.

Herhangi bir sıkıştırma basıncında, granül iriliğinin artması, toprağın kuruma değerinin artmasına sebep oldu (daha büyük K).

3. Tohum yatağının nem oranı çimlenme için uygun olduğu zaman, granül iriliğinin artması yüksek kümülatif çimlenmeye sebep oldu (deneme I). Toprak nemi çimlenme için uygun değilken ve ekim derinliği seviyesi altından nem temin olanağı yokken, granül iriliği çimlenmeye etkili olmadı (deneme IV). Bununla beraber, ekim derinliği seviyesi altından kapillarity ile nem temin olanağı olduğu zaman (deneme II ve III), küçük granüllü toprakta daha yüksek kümülatif çimlenme elde edildi.

4. Toprağın kurumması kaymak tabakasının direncini arttırdı. Kaymak tabakasının direncine toprak sıkıştırma basıncı, granül iriliği ve sıkıştırma zamanındaki nem oranı da etki etti (deneme VI). Yüzeysel sıkıştırma basıncı arttıkça, toprağın kaymak tabakasının mekanik direncini yenmek için çimlenmede gerekli enerjinin artacağı tabiidir.

Ekim derinliği seviyesinden bastırılan tohum yatağının kaymak tabakasının direnci daha azdı. Bu bakımdan, ekim derinliği seviyesinden bastırılmış toprakta elde edilen kaymak tabakası kırılma değerleri, çimlenme için yüzeyden bastırılan toprağa nazaran daha elverişlidir. Granül iriliği arttıkça, kaymak tabakası direnci (R değeri) azaldı. Herhangi bir granül iriliğinde ise, toprak nem oranı azaldıkça kaymak tabakasının direnci arttı.

5. Paralelogram sistemi, derinlik ayar tekerleği ve tohumu ekim derinliği seviyesinde bastıran baskı tekerleği gibi ekici organlara sahip ekim makinası (makina I), günümüzde kullanılmakta olan ekim makinasına (makina II) göre çimlenmeye istatistiksel olarak önemli derecede ($F=15,6^x$) olumlu yönde etki etti. Paralelogram sistemi ve derinlik ayar tekerleği tohumların toprağa uniform olarak yerleştirilmesine yardım etti.

6. İlkbahar serimünden sonra, pamuk tohum yatağının toprak freze- siyle (yüzeysel olarak) hazırlanması halinde, günümüzde kullanılan tohum yatağı hazırlama metoduna göre daha iyi sonuç alındı ($F=4,17^x$). Bu sonuç asıl tohum yatağının dışında olan tohum sıra aralıklarını ve kök bölgesini tohum yatağı hazırlanması sırasında aynı işleme tabi tutmanın gerekli olmadığını göstermektedir. Yüzeysel olarak sa- dece asıl tohum yatağının işlenmesi, tohum yatağından nem kaybını azaltma ve rüzgâr erozyonunu önleme bakımından önemlidir. Bu meto- dun pamuğun üretim masrafını azaltacağı da söylenebilir.

7. Balta tipi ve tek diskli gömücü ayakların ekim derinliği art- tırıldığı zaman sürekli çeki kuvveti hemen hemen lineer olarak arttı (şekil 84 ve 85). Toprak bünyesi, 2 cm iş derinliği hariç bal- ta tipi gömücü ayağın çeki kuvveti ihtiyacına etki etmedi. Tek disk- li gömücü ayak denemelerinde ise kanal A toprağında kanal B ye gö- re daha yüksek çeki kuvveti tespit edildi.

8. Herhangi bir ekim derinliği için, çalışma hızı 1,14 m/s den 1,90 m/s ye çıkarıldığı zaman çeki kuvveti üssü olarak artma oğ- limi gösterdi (şekil 86 ve 87).

9. Çalışma hızı, deformasyon alanının büyümesine iş derinliği ka- dar etkili olmadı. Ancak gömücü ayakların çalışma hızı artınca ~~de-~~ ha ~~temiz çizi~~ elde edildi.

10. Balta tipi gömücü ayağın toprağı örseleme etkisi, tek diskli gömücü ayağa göre daha azdı.

S U M M A R Y

The purposes of this research work were a) to determine the effects of soil compaction, soil granulation and soil crusting on emergence of cotton seedlings under controlled laboratory conditions, b) to evaluate the effects of soil compaction and soil granule size on the rate of soil drying (K) and, c) to provide accurate informations on the functional requirements of the machine components to improve the performance of the cotton planter.

In relation with the plant mechanics, the experiments were made in the growth room. The humidity and temperature of the room were controlled by the thermo-hygrostat. The growth room was equipped with a fan and duct system to move air across the top of the boxes at a velocity of 1,86 m/s, simulating a wind blowing across a field. During the experiments the temperature and humidity of the room were recorded by the meteograph.

The draft to operate the shoe (runner) and single disk opener in soil was measured by the electronic dynamometer and then recorded on an oscillograph chart. The profile of the furrows were obtained by soil profilograph in the soil bin.

Field experiments were made to provide accurate informations on the parallel linkage and an 1x10 in (2,5x25 cm) zero-pressure wheel of a prototype cotton planter and strip tillage method.

For the determination of soil strength, penetrometers, electronic ring shear test device and wing shear unit were used for quick measurements. Rupture strength of a soil crust was measured by the modulus of rupture apparatus. Consistency characteristics and mechanical analysis of soils were determined in the laboratory.

To characterize the effects of compaction levels and soil granule size on soil drying, Newton's equation was used. The moisture content of the soil was determined by weighing and oven drying in the laboratory. When a quick measurement was needed to drive off the contained water the gravimetric method with drying by burning alcohol was employed.

The results of this work can be summarized as follows:

1- The effect of soil compaction on emergence of cotton seedlings under simulated field conditions varied with the soil moisture content and the point of application of the pressure. When the soil moisture was adequate for emergence (Experiment I, in the growth room), higher surface pressure (0,35 to 0,70 kp/cm²) suppressed emergence. This may have been due to a) poor aeration, b) the inability of the seedling to penetrate the compacted soil, or c) a combination of this.

When the soil moisture was not suitable for emergence and lacked a supply of moisture from below the seed level, packing the soil with surface pressures up to 0,70 kp/cm² did not improve emergence (Experiment IV). In experiments II and III, however, when a supply of capillary moisture was available below the seed, a surface pressure of 0,70 kp/cm² induced faster emergence than a pressure of 0 kp/cm². These results indicated that packing the soil will improve emergence only when adequate moisture is available below the seed.

By packing the soil at the seed level and covering the seed with loose soil the adverse effects of surface compaction were minimized. Packing at the seed level actually enhanced rapid emergence. When the compaction pressure applied at seed level and the seed was covered with loose soil, the development of mechanical strength of the surface layer was retarded and less energy was required for emergence.

2- The effect of soil compaction on soil drying rate varied also with the soil moisture content, the point of application of the pressure and the granule size (Experiment VII).

In compacting a soil layer at surface level, for any granule size, increasing the compaction caused an increased soil drying rate. In compacting a soil layer at seed level, for any granule size, increasing the compaction caused a reduction in drying rate.

Increased initial soil moisture content greatly affected soil drying rates. The soil compaction treatments had little

effect on drying rates when the initial soil moisture was low.

For any soil compaction pressure, increasing the soil granule size caused an increased drying rates (higher K's).

3- When the soil moisture content of the seed-bed was suitable for emergence, an increase in granule size resulted in a higher accumulative emergence (Experiment I). When the soil moisture was not suitable for emergence and lacked a supply of moisture from below the seed level, the granule size did not improve emergence (Experiment IV). However, when a supply of capillary moisture was available below the seed level (Experiment II and III), a decrease in granule size resulted in higher accumulative emergence.

4- Drying of the soil was one of the factors responsible for the development of mechanical strength of soil crust. The strength of soil crust also depended upon soil compaction, soil granule size and initial soil moisture content at time of compaction (Experiment VI). The emergence energy to overcome the mechanical strength of soil crust increased with surface compaction pressure.

When the seed compacted at seed level, lower strength of soil crust was measured. The results obtained after breaking the crust indicated that, compacting a soil at seed level was more favorable for emergence of seedlings than the soil surface level. An increase in granule size resulted in a lower modulus of rupture of soil crust (lower R's). For any granule size, a decrease in soil moisture content was associated with ^{an} increase of modulus of rupture of soil crust.

5- In field experiments, the two planters tested were: 1) the new prototype cotton planter (Machine I), 2) conventional planter. They were compared for earliness of emergence and total seedling emergence. Early and higher emergence were obtained with the new prototype cotton planter (Machine I) which has a parallel linkage, a depth (gauge) wheel and a pressure wheel which compacts the soil at seed level ($P=15,6^x$). Parallel linkage and depth wheel assisted a uniform placement of the seed in soil.

6- After the spring tillage, when the cotton seed-bed was prepared by rotovator (by strip tillage method) better results were obtained than by conventional seed-bed preparation (E-4, 17). This result shows that, it is not necessary to till interrow and root-zone areas to the same degree as required for the seed-zone. The seed-zone preparations by shallow strip-tillage is particularly important for decreasing the drying of soil and wind erosion. This may also reduce the cost of the cotton production.

7- When the planting depth of runner and single disk openers were increased, the draft requirement increased almost linearly (Fig 84 and 85). The kind of soil did not effect the draft requirement of runner furrow opener, except 2 cm planting depth conditions. But for a single disk opener, the draft requirements in the soil bin A were higher than in the soil bin B.

8- When the operating speed was increased from 1,14 m/s to 1,90 m/s, for any one planting depth, the draft requirement increased almost exponentially (Fig 86 and 87).

9- Operating speed did not effect the deformation area of openers as working depth. But when the operating speed of the openers was increased, clearer furrows were obtained.

10- The runner furrow opener resulted in the least amount of soil disturbance.

L I B E R A T O R

- (1) Akyunt, M., Taub, A. Mechanical Factors Influencing Precision Planting of Sugar Beet Seed. Transactions of the ASAE 9:(6) 793-796, 1966.
- (2) Abernathy, G.H., Porterfield, J.G. Effect of Planter Opener Shape on Furrow Characteristics. ASAE paper No. 67-653. Michigan, 1967.
- (3) ————— ASAE Standart: ASAE 5223, Agricultural Press and Gage wheel Tires, Agricultural Engineers Yearbook, 246, 1966.
- (4) ————— ASAE Standart: ASAE 5224, Agricultural Planter Press Wheel Tires. Agricultural Engineers Yearbook, 246, 1966.
- (5) Abdalla, A.M., Hettiaratchi, D.R.P., Reece, A.R. The Mechanics of Root Growth in Granular Media. J. Agric. Engng. Res. 14:(3) 236-238, 1969.
- (6) Allen, J.R. Application of Grain Drying Theory to the Drying of Maize and Rice. J. Agric. Engng. Res. 5:(3) 363-385, 1960.
- (7) ————— Air Humidifier. Catalogue No. B/64 E. Adolf Thies, Göttingen-Geismar, Germany.
- (8) ————— ASAE Recommendation: ASAE R 313, Soil Cone Penetrometer. Agricultural Engineers Yearbook, 296, 1970.
- (9) ————— ASAE Data: ASAE D 230.1, Farm Machinery Costs and Use. Agricultural Engineers Yearbook, 253-258, 1966.
- (10) Bayer, L.D. Soil Physics. John Wiley and Sons, Inc. Newyork, 1956.
- (11) Bowen, H.D. Some Physical Impedance and Aeration Effects on Planted Seeds. ASAE paper No. 60-626, 1960.

- (12) Buchele, W.F., Sheikh, S.G. Application of Soil Mechanics to Plant Emergence. ASAE paper No.67-655. Michigan, 1967.
- (13) Bowen, H.D. Measurement of Edaphic Factors for Determining Planter Specifications. Transactions of the ASAE 9:(5) 725-735, 1966.
- (14) Bekker, M.G. Mechanical Properties of Soil and Problems of Compaction. Transaction of the ASAE 4:(2) 231-234, 1961.
- (15) Bowen, H.D., Goble, C.G. Environmental Requirement for Germination and Emergence. Tillage for Greater Crop Production. ASAE Publication, Proc-168, 10-14, 1967.
- (16) Becker, C.F. Soil Compaction Pressures Under Rolling-Press Wheels. Transactions of the ASAE 2:(1) 63-64, 1959.
- (17) Black, C.A., et al. Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Properties Including Statistics of Measurement and Sampling. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 1965.
- (18) Bekker, M.G. Introduction to Terrain-Vehicle Systems. The University of Michigan Press, 1969.
- (19) Clark, R.L., Bowen, H.D. Measurement of Soil Moisture Content by light Reflection. ASAE paper No.67-654. Michigan, 1967.
- (20) Camp, C.R., Lund, Z.F. Effect of Mechanical Impedance on Cotton Root Growth. Transactions of the ASAE 11:(2) 188-190, 1968.
- (21) Carnes, A. Soil Crusts. Methods of Study, Their Strength and a Method of Overcoming Their Injury to Cotton Stand. Agricultural Engineering, 167-171, 1934.
- (22) Cooper, A.W., Nichols, M.L. Some Observations on Soil Compaction Tests. Agricultural Engineering 40:(5) 264-267, 1959.
- (23) Clyde, A.W. Force Measurements Applied to Tillage Tools. Transactions of the ASAE 4:(2) 153-154, 1961.

- (24) Carter, L.M. Portable Recording Penetrometer Measures Soil Strength Profiles. Agricultural Engineering 48:(6) 348-349, 1967.
- (25) Carter, L.M. Integrating Penetrometer Provides Average Soil Strength. Agricultural Engineering 50:(10) 618-619, 1969.
- (26) Cooper, A.W. Research aims at tomorrow. Reprinted from Farm Machinery World, October, 1961.
- (27) Dunlap, W.H., Vanderberg, G.E. Hendrick, J.G. Comparison of Soil Shear Values Obtained with Devices of Different Geometrical Shapes. Transactions of the ASAE 9:(6) 896-900, 1966.
- (28) Douglas, J.F. Solution of Problems in Fluid Mechanics. Part 1, Pitman Paperbacks, 1961.
- (29) Düzgünes, O. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metodları. Ege Ün. Matbaası, İzmir, 1963.
- (30) Fritsch, K. Zuckerruben Aussaat mit der Einzelkornsammaschine A 765. Deutsche Agrartechnik 13, 129-131, 1963.
- (31) Frost, K.R. Shallow Strip Tillage in Seedbed Preparation. Transactions of the ASAE 9:(4) 456-457, 1966.
- (32) Filotecnica Salmoiraghi Istruzioni per L'uso. Planimetro. Società per Azioni. Milano.
- (33) Freitag, D.R. Penetration Tests for Soil Measurements. ASAE paper No. 67-652. Michigan, December 1967.

- (34) ~~—————~~ Feinstdruckmesser Miniskop. Debrowerk Paul de Bruyn K.G. Druckschrift 81.
- (35) Gill, W.R. The Mechanical Impedance of Plants by Compact Soils. ASAE paper No. 60-128, Ohio, 1960.
- (36) Grover, B.L. Simplified Air Permeameters for Soil in Place. Soil Science Society of America Proceedings 19:(4) 414-418, 1955.
- (37) Garner, T.H., Bowen, H.D. Plant Mechanics in Seedling Emergence. Transactions of the ASAE 9:(5) 650-653, 1966.
- (38) Gill, W.R. Soil Compaction by Traffic. Agricultural Engineering 40:(7) 392-393, 1959.
- (39) Gill, W.R. Soil Implement Relations. Tillage for Greater Crop Production. ASAE Publication Proc-168, 32-43, 1967.
- (40) Gill, W.R. The Influence of Compaction Hardening of Soil on Penetration Resistance. ASAE paper No. 67-651, Michigan, December, 1967.
- (41) Gabriilides, S.T., Alexiadis, C.A. Some Measurements with a Simple Soil Penetrometer. J. Agric. Engng. Res. 8:(3) 262-266, 1963.
- (42) Giles, R.V. Theory and Problems of Hydraulics and Fluid Mechanics. Schaum Publishing Co. Newyork, 1956.
- (43) Gill, W.R., Bolt, G.H. Pfeffer's studies of the Root Growth Pressures Exerted by Plants. Agron. J. 47, 166-168, 1955.
- (44) Holecamp, E.R., Hudspeth, E.B., Ray, L.L. Relation of Soil Temperature Prior to Planting to Emergence of Cotton Seed. Transactions of the ASAE 9:(2) 203-205, 1966.
- (45) Henry, J.E., McKibben, J.S. Effect of Soil Strength on Corn Root Penetration. Transactions of the ASAE 281-283, 1967.

- (46) Henderson, S.M. A Basic Concept of Equilibrium Moisture. Agricultural Engineering, 29-32, January 1952.
- (47) Hagin, J. Influence of Soil Aggregation on Plant Growth. Soil Sci. 74, 471-478, 1952.
- (48) ----- HBM Bedienungsanweisung. Zug und Druck Kraftaufnehmer 2. Hottinger Baldwin Messtechnik GMBH. 6100 Darmstadt.
- (49) ----- HBM Bedienungsanweisung. Traegerfrequenz-Messverstaerker KWS/T-5. Hottinger Baldwin Messtechnik GMBH. 6100 Darmstadt.
- (50) Hall, C.W., Rodriguez-Arias, J. Equilibrium Moisture Content of Shelled Corn. Agricultural Engineering 39:(7)446-470, 1958.
- (51) Hall, C.W., Rodriguez-Arias, J. Application of Newton's Equation to Moisture Removal from Shelled Corn at 40-140° F. J. Agric. Engng. Res. 3:(4) 275-280, 1958.
- (52) Housley, S., Curry, B., Rowlands, D.G. A Growth Room for Plant Research. J. Agric. Engng. Res. 6, 203-216, 1961.
- (53) Henderson, S.M., Perry, R.L. Agricultural Process Engineering. John Wiley and Sons Inc, Newyork 1955.
- (54) ----- Hygrostat-Thermostat Relay. Catalogue No. HST/65 E Adolf Thies. Göttingen-Geismar, Germany.
- (55) Hubbel, D.S., Staten, G. Studies on Soil Structure What it is, How Cultural Practices Affect it, How it Affects Cotton Yields. United States Department of Agriculture Technical Bulletin 363, 1951.
- (56) Hough, B.K. Basic Soils Engineering. The Ronald Press Company. Newyork, 1957.
- (57) İncerekara, F. Dünyada ve Türkiyede Pamukçuluğun Durumu. E.Ü.Z.F. Dergisi, Seri A, Cilt 4, Sayı 2, 130-154, 1967.

- (58) İncerekara, F. Endüstri Bitkileri ve Islahı. Cilt 1.
Lif Bitkileri ve Islahı. E.Ü.Z.F. Yayınları No.65, 1963.
- (59) ----- Joint ASAE-SSSA Soil Compaction Committee Report.
Concepts, Terms, Definitions and Methods of Measurement for
Soil Compaction. Agricultural Engineering 39:(3) 173-176, 1958.
- (60) Johnson, W.H., Henry, J.E. Influence of Simulated Row
Compaction on Seedling Emergence and Soil Drying Rates.
Transactions of the ASAE 7:(3) 252-255, 1964.
- (61) Johnson, W.H., Buchele, W.F. Influence of Soil Granule Size and
Compaction on Rate of Soil Drying and Emergence of Corn.
Transactions of the ASAE 4:(2) 170-174, 1961.
- (62) Jumkis, A.R. Mechanics of Soils. D. Van Nostrand Company, Inc.
New York, 1964.
- (63) János, Z. Prediction of "WES Cone Index" by means of a
Stress-Strain Function of Soils. Department of the Army
Ordnance Tank-Automotive Command Research Division. Land
Locomotion Laboratory. Report No. 16, 1959.
- (64) Janosi, Z. Soil Values in Land Locomotion. J. Agric. Engng.
Res. 5, 19-27, 1960.
- (65) Johnson, W.H. (Texas University, College of Agriculture),
Buchele, W.F. (Iowa State University of science and Technology)
ile yazışmalar. January 8, 1970.
- (66) Keçecioğlu, R.G. Toprak Kanallında Çesitli Toprak İşleme
Aletleri Üzerinde Bir Arastırma (Doktora).
E.Ü.Z.F. Yayınları No. 93, 1967.
- (67) Keçecioğlu, R.G. Traktor Pulluklarının Toprakta Karşılaştığı
Direnc Kuvvetleri Üzerinde Bir Arastırma (Doçentlik tezi).
E.Ü.Z.F. Ziraat Alet ve Makinaları Kursüsü, 1968.
- (68) Knight, S.J., Freitag, D.R. Measurement of Soil Trafficability
Characteristics. Transactions of the ASAE 5:(2) 121-124, 1962.

- (69) Karol, R.H. Engineering Properties of Soils. Prentice-Hall, Inc. London, 1956.
- (70) Karol, R.H. Soils and Soil Engineering. Prentice-Hall International Inc. London, 1960.
- (71) Kızdı, A. Boden Mechanik, Band 1, Verlag für Bauwesen Berlin, 1964.
- (72) Karayalçın, İ., Kılıç, C. Matematik İstatistik. Makina Mühendisleri Odası. Nesriyat No. 33, 1968.
- (73) Lyles, L., Woodruff, N.P. How Moisture and Tillage Affect Soil Cloddiness for Wind Erosion Control. Agricultural Engineering 43:(3) 150-153, 1962.
- (74) Lambe, T.W. Soil Testing for Engineers. John Wiley and Sons, Inc. London, 1960.
- (75) Mutaf, E., Sungur, N. İzmir ve Manisa Çevrelerinde Pratik Çalışma Şartları Altında Çeşitli Tarım Alet ve Makinalarının Çeki Kuvveti ve Güç İhtiyaçları. T.B.T.A.K. Araştırma Projesi. No. T.O.A.G.95, 1971. Bornova-İzmir.
- (76) Morton, C.T., Buchele, W.F. Emergence Energy of Plant Seedlings. Agricultural Engineering 41:(7) 428-431, 453-455, 1960.
- (77) Mantell, A., Goldberg, D. Effect of Water Application Rate on Soil Structure, J. Agric. Engng. Res. 11:(2) 76-79, 1966.
- (78) Masuda, S., Takeuchi, R., Nishimura, I. Ein Messwagen für Einachsschlepper. Landtechnische Forschung 8, H.6. 150-152, 1958.
- (79) Miller, F.E., Doeringsfeld, H.A. Mechanics of Materials. International Textbook Company. Scranton, Pennsylvania 157, 1956.

- (80) Mutaf, E. Türkiye Ziraatında Hayvan Pulluğunun Bugünkü Durumu ve Yurdumuzun Belirli Pulluk Yapım Evlerinde Yapılan Pulluklar Üzerinde Teknik, Zirai ve Ekonomik Bakımlardan Bir Araştırma. A.Ü.Z.F. Yayınları 49, Çalışmalar 23, Ankara 1953.
- (81) Fountain, E.R., Payne, P.C. The Shear strength of Top Soils. N.I.A.E. Technical Memorandum. Nr. 42. England, 1951.
- (82) Önal, İ. Toprağın Kesilme Mukavemeti. Ziraat Makinaları Dergisi, Cilt 6, Sayı 23, 107-117, Ankara 1968.
- (83) Richards, L.A. Modulus of Rupture of Soils as an Index of Crusting of Soils. SSSA Proceedings 17, 321-323, 1953.
- (84) Rowe, R.J., Barnes, K.K. Influence of Speed on Elements of Draft of a Tillage Tool. Transactions of the ASAE 4:(1) 55-57, 1961
- (85) Roberts, J.A.F., Cole, J.S. An Automatically Programmed Environmental Tunnel. J. Agric. Engng. Res. 13:(3) 254-265, 1968.
- (86) Richey, C.B., Jacobson, P., Hall, C.W. Agricultural Engineers Handbook. Mc.Graw-Hill Book Company, Inc. 1961.
- (87) Rid, H. Physikalische Eigenschaften von Böden des braunen, schwarzen und weissen Jura. Bayer. Landw. Jb. 39, Sonderheft 1, 1962..
- (88) Queverkerk, C.V., Schakel, P. An Integrating Reliefmeter for soil Tillage Experiments. J. Agric. Engng. 259-263, 1965.
- (89) Stout, B.A., Buchele, W.F., Snyder, F.W. Effect of Soil Compaction on Seedling Emergence Under Simulated Field Conditions. Agricultural Engineering 42:(2) 68-71, 1961.
- (90) Soehne, W. Fundamentals of Pressure Distribution and Soil Compaction Under Tractor Tires. Agricultural Engineering 39:(4) 276-281, 290, 1958.

- (91) Soehne, W., Sonner, F.J. Messungen von Rollwiderstand und Zugkraft von Luftbereiften Ackerschleppern sowie mechanischen Bodenkerngrößen und Versuch einer Zuordnung. Mechanics of Soil-Vehicle Systems. Proceedings of the 1st International Conference on the Mechanics of Soil-Vehicle Systems. Edizioni Minevra Tecnica. Italy. 506-536, 1961.
- (92) ----- Satchwell TM Room Thermostats. Installation and Operating Instructions. Satchwell Controls Ltd., Slough, England.
- (93) ----- Siemens Ms-Anleitung 745 Oszilloport E. Tragbarer Lichtstrahl-Oszillograph für maximal 12 Messkanäle. Heraus gegeben vom Vernerwerk für Messtechnik-Karlsruhe.
- (94) Sönmez, N. Sulama Suyu ile ilgili Toprak Suyu Çesitleri ve Bunların Ölçülmeleri. A.Ü.Z.F. 1960 Yıllığı, Fasikül 2 den ayrı basım. Ankara, 1960.
- (95) ----- Tarım İstatistiklerinin Özeti. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Yayın No. 373-379-464-480-506-526.
- (96) ----- The Operation, Care and Repair of Farm Machinery. Copyright, By Deere and Company, Moline, Ill, 1955.
- (97) Taylor, H.M. Effects of Tillage-Induced Soil Environmental Changes on Root Growth. Tillage for Greater Crop Production. ASAE Publication Proc-168, 15-18, 1967.
- (98) Terry, C.W., Wilson, H.M. The Cornell Soil Penetrometer. Agricultural Engineering, 425, July 1952.
- (99) Turgay, N. Dünyada Pamuk Üretimi Artıyor. Milliyet Gazetesi. 31 Ocak 1970.
- (100) Vomocil, J.A., Flocker, W.J. Effect of Soil Compaction on Storage and Movement of Soil Air and Water. Transactions of the ASAE, 242-245, 1961.

- (101) Vornkahl, W.B. Dynamik Gezogener Boden werkzeuge im Modellversuch. Fortschr. Ber. VDI-Z. Reihe 14, Nr.7. Düsseldorf, 1967.
- (102) Veihmeyer, F.J., Hendrickson, A.H. The Moisture Equivalent as a Measure of the Field Capacity of Soils. Soil science 32, 1931.
- (103) Yoder, R.E. Significance of Soil Structure in Relation to the tilth Problem. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 2, 21-23, 1937.
- (104) Winkelblech, C.S., Johnson, W.H. Soil Aggregate Separation Characteristics of secondary Tillage Tool Components. Transactions of the ASAE 7:(1) 29-33, 1964.
- (105) Wanjura, D. Pand et al. Precision-depth Planting of Cotton on Shaped Beds. Texas Agricultural Experiment Station. Progress Report 2322, 1964.
- (106) Wimmer, F. Zur Bestimmung des Bodeneindringwiderstandes. Landtechnische Forschung 10. H.6, 167-168, 1960.
- (107) Wilkes, L.H., Hobgood, P.A. A new Approach to Field Crop Production. Transactions of the ASAE 12:(4) 529-532, 1969.

T E Ő E K K Ü R

Önemine inandığım böyle bir konuyu bana doktora tezi olarak verip, çalışmalarına yakın ilgi ve yol gösteren kıymetli hocam Prof.Dr.Emin Mutaf`a Őükranlarımı sunarım.

Yurt içi doktora bursu vererek beni bu çalışmamda manen ve maddeten destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu`na teşekkürü bir borç bilirim.

Araştırmada kullanılan alet ve düzenlerin imalat resimlerini çizen Mustafa Özden`e, bu alet ve düzenlerin imalatında yardım eden M.Doğan Civelek`e, tarla denemelerinde bana yardımcı olan kürsümüz araştırma makinistlerine ve eserin hazırlanmasında emeği geçen Mirat Özçamlı`ya ve diğer kürsü mensuplarına teşekkür ederim.

H A L T E R C Ü M E S İ

Ben, İsmet Önal, 10 Ocak 1945 tarihinde Merzifon`da doğdum. İlk ve orta okulu Merzifon`da okuduktan sonra 1961-62 ders yılı haziran döneminde Çorum lisesinin fen kolundan pekiyi derece ile mezun oldum. Yüksek tahsilimi Tarım Bakanlığı hesabına burslu olarak girdiğim A.Ü. Ziraat Fakültesinde yaparak, 1966 yılı haziranında pekiyi derece ile Ziraat Makinaları bölümünü bitirdim.

Aynı yıl açılan asistanlık imtihanını başararak E.Ü. Ziraat Fakültesi Ziraat Alet ve Makinaları Kürsüsüne asistan olarak girdim. Asaletimin tastiminden sonra sayın hocam Prof.Dr.Emin Mutaf`ın idaresi altında, pamuk ekiminin mekanik esasları ve ekim organları üzerinde araştırmalarda bulundum.

Evli olup, halen aynı kürsüde çalışmaktayım.