

Sap Parçalama ve Farklı Toprak İşleme Yöntemlerinin Mısır Saplarının Toprağa Karışmasına Etkilerinin Belirlenmesi*

Devletkılıç DURDIYEV¹

Ergin DURSUN²

Geliş Tarihi: 04.10.2001

Özet : Bu çalışmanın amacı, sap parçalama ve farklı toprak işleme yöntemlerinin mısır saplarının toprağa karışmasına etkilerini belirlemektir. Denemelerde 8 farklı toprak işleme yöntemi kullanılmıştır. Denemelerde ayrıca bir sap parçalama makinası kullanılarak saplar parçalanmıştır. Böylece toprak işleme yöntemlerinin gömme ve karıştırma etkinlikleri, hem sap parçalama yapılarak hem de yapılmadan belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, sap gömülme oranı üzerine toprak işleme yöntemi, sap yüksekliği ve sap parçalamanın etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kısa sapta (14.77 cm) gömülme oranı uzun sapa (31.20 cm) göre daha yüksek bulunmuştur. Kısa sapta sap gömülme oranı toprak işleme yöntemlerine bağlı olarak % 78.77 ile % 93.63 arasında, uzun sapta ise % 70.18 ile % 88.11 arasında bulunmuştur. Sap parçalama, sap gömülme oranını artırmıştır. Sap parçalama ile sap gömülme oranında sağlanan artış, toprak işleme yöntemlerine bağlı olarak % 9.75 ile % 14.27 arasında daha yüksek bulunmuştur. Hem parçalanmış hem de parçalanmamış sapta en yüksek sap gömülme oranları Y5 (kulaklı pulluk + yatay millî rototiller) yöntemiyle elde edilmiştir.

Sap gömülme oranında olduğu gibi en yüksek karıştırma etkinliği parçalanmış sapta elde edilmiştir. Parçalanmış sapta ortalama sapma değeri % 25.00 - % 40.22 arasında buna karşın parçalanmamış sapta % 30.60 - % 46.06 arasında bulunmuştur. Bütün denemelerde en yüksek karıştırma etkinliği yine Y5 yöntemiyle elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : sap parçalama, toprak işleme yöntemi, mısır sapı, karıştırma etkinliği, gömülme oranı

Determination of the Effects of Stalk Chopping and Different Tillage Systems on Mixing of Corn Stalks into the Soil

Abstract : The objective of this study was to determine the effects of stalk chopping and different tillage methods on mixing of corn stalks into the soil. Six tillage methods were used in tests. A stalk chopper was also used in tests. Thus, burying and mixing efficiency of tillage methods were determined for stalk chopping and without chopping.

According to the research results; the effects of tillage method, stalk height and stalk chopping on stalk burying ratio were found to be significant ($p<0.01$). The burying ratio of short stalk (14.77 cm) were found higher than long stalk (31.20 cm). Burying ratio of short stalk were found between 78.77 - 93.63 % depending on tillage methods. These ratios for long stalk were found between 70.18 - 88.11 %. Stalk chopping has increased burying ratio. Increase in stalk burying ratio by stalk chopping were found between 9.75 - 14.27 % depending on tillage method. The highest stalk burying ratios were obtained by Y5 (mouldboard plough+horizontal axis rotary tiller) method from both chopped and not chopped stalk.

As burying ratio the highest mixing efficiency were obtained from chopped stalk. Mean deviation were found between 25.00 - 40.22 % for chopped stalk and 30.60 - 46.06 % for not-chopped stalk. The highest mixing efficiency were also obtained by Y5 in all tests.

Key Words : stalk chopping, tillage method, corn stalk, mixing efficiency, burying ratio

Giriş

Hasattan sonra tarla yüzeyinde kalan anız ve sapsaman gibi bitki artıkları artık çeşidine, ekolojik koşullara, uygulanan tarım tekniğine ve makinalaşma derecesine bağlı olarak yakılarak yokedilmekte, toplanarak tarladan uzaklaştırılmakta, tamamen veya kısmen tarla yüzeyinde bırakılmakta veya toprağa karıştırılmaktadır.

Hasattan sonra tarla yüzeyinde kalan anız ve sapsaman gibi bitki artıklarının toprağa karıştırılmasının bir çok yararı bulunmaktadır. Anızlı toprak işleme konusunda yapılan çalışmalarda; bitki artıklarının toprağa karıştırılmasıyla toprağın organik madde yönünden zenginleştiği ve verimliliğinin arttığı, strüktürünün iyileştiği

su tutma kapasitesinin arttığı ve toprak sıkışıklığının azaldığı belirlenmiştir (Ball ve Robertson 1990, Tebrügge 1993). Ayrıca bitki artıklarının toprağa karışmasıyla gözenek yapısı ve agregat stabilitesi iyileşen toprağın erozyona karşı direncinin arttığı da belirtilmektedir (Cannel 1987, Tebrügge 1993).

Yoğun olarak tarım yapılan alanlarda anızlı toprak işleme konusunda yapılan araştırmaların genel amacı; anızın toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısına etkisi, parça büyüklüğünün bitkisel artıkların toprağa tekdüze olarak karıştırılmasına etkisi ve bu atıkların hangi aletlerle en iyi şekilde toprağa karıştırılabileceği

* Yüksek Lisans Tezi'nden hazırlanmıştır.

¹ Ziraat Yüksek Mühendisi

² Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

şeklinde (Akbolat ve Güzel 1997). Araştırmalardan elde edilen sonuçlar; toprak işlemede kullanılan alet ve makinelerin işleyici organlarının şekli ve toprak içerisindeki hareket yörüngelerine, toprağın yapısına ve bitki göremesinin toprağa karıştırılma etkilerinde önemli artıkların durumuna değişiklikler olduğunu göstermiştir.

Anızlı toprak işlemede, bitkisel artıkların gerek toprağa daha yüksek bir oranda karıştırılabilmesi, gerekse bu artıkların daha kısa bir sürede çürüebilmesi için kısa olarak parçalanmalarının gerekli olduğu bildirilmektedir (Burkhardt ve ark. 1975, Wieneke 1990, Tebrügge 1993). Diğer yandan kaba ve yeterince parçalanmayan sapların toprakta bulunmalarının, tohumun toprakla temasını önleyebildiği ve bu durumun çimlenmeyi olumsuz yönde etkileyebildiği belirtilmektedir (Önal ve Aykas 1997).

Hasattan sonra tarla yüzeyinde kalan bitki artıklarının toprağa karıştırılmasının sağlayacağı faydalar yanında, toprağa uygun bir şekilde karıştırılmadığı durumda bir sonraki ürün için tohum yatağı hazırlığı ve ekim işlemlerinde, toprak işleme ve ekim makinelerinin çalışmalarını tıkanmalar nedeniyle güçleştirmektedir. Nadas sistemi yerine ekim nöbeti uygulanarak ikinci ürün üretiminin yapıldığı bölgelerde bu durumun önemi daha da artmaktadır. Bu nedenle, ikinci ürünün zamanında ekilebilmesi ve vejetasyon için yeterli zamanın ayrılabilmesi amacıyla tohum yatağı hazırlığının olabildiğince kısa sürede tamamlanması gerekmektedir.

Bütün bu nedenlerle özellikle ekim nöbeti veya ikinci ürün yetiştiriciliğinin uygulandığı bölgelerde ön bitkinin hasadından sonra tarlada kalan bitki artıklarının toprağa en yüksek oranda gömülmesi ve toprak işleme derinliği boyunca tekdüze dağılım gösterecek şekilde karıştırılması oldukça önemli olmaktadır. Ancak bu durum bitki artıklarının özelliklerine (çeşidi, birim alandaki miktarı vb.), toprağın nemine, fiziksel ve mekaniksel özelliklerine bağlı olduğu gibi kullanılan toprak işleme alet ve makinelerine de bağlı olmaktadır.

Göknür ve Özarslan (1995), yerli yapım kulaklı pulluklarla çalışmada traktör ilerleme hızının yüzey artıklarının gömülme oranına etkisini incelemişlerdir. En yüksek gömülme oranının 3.69 km/h ile 5.92 km/h arasındaki ilerleme hızlarında elde edildiğini belirtmişlerdir. Unger (1984) kulaklı ve diskli pullukların anız gömme oranlarını % 90, diskli anız bozma pulluğu, tandem diskaro ve offset diskaroda % 50, çizelde % 25, geniş uç demirli kültivatör ve ot yolucuda % 10 olarak belirtmiştir. Bukhari ve ark (1990), kültürform tip kulaklı pullukla yaptıkları çalışmada 4.72 km/h, 5.91 km/h ve 6.55 km/h ilerleme hızlarında yüzey artıklarının toprağa gömülme oranlarını sırasıyla % 86.45, % 92.36 ve % 96.43 olarak bulmuşlardır. Arın ve Ülger (1988), kuyruk millinden hareketli, düşey düzlemde çalışan T ve Y şekilli bıçaklara sahip iki farklı sap parçalama makinasının buğday anızını ve ayçiçeği saplarını parçalama ve toprağa karıştırma etkilerini incelemişlerdir. Tuncer ve Wieneke (1992), farklı toprak işleme alet ve makineleriyle yaptıkları çalışmada toprağa gömülmeden yüzeyde kalan sap-saman açısından en azdan en fazla doğru bir sıralama yapmışlardır. Bu sıralama freze, kültivatör+freze, kültivatör (normal), V tipi diskli tirmik ve döner çapa ayaklı freze şeklindedir. Çarman ve Konak (1996), ağır tip diskli tirmikle yaptıkları

çalışmada, farklı yön açısı ve ilerleme hızının yüzey artıklarının gömülme oranına etkisini araştırmışlardır. Gömme oranı değerlerinin % 54 ile % 88 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ball ve Robertson (1990), pulluklarla çalışmada en fazla anızın çizel tabanında toplandığını, üst toprak katmanlarında ise homojen bir anız dağılımı elde edildiğini açıklamışlardır. Tebrügge (1993), dört farklı toprak işleme sisteminin anızın toprak profilindeki dağılımına etkilerini incelemiştir. Bunlar çizel + freze + döner tirmik, kırılmaç kuyruğu kültivatör + freze + merdane, pulluk + rototiller + merdane kombinasyonu ve sıfır toprak işlemedir. Sonuçta, toprak derinliği boyunca en iyi anız dağılımının pulluk + rototiller + merdane kombinasyonu ile sağlandığını belirtmiştir. Akbolat ve Güzel (1997), iki farklı rototillerin anız ve sap – saman toprağa karıştırma etkinliklerini, farklı rotor devir sayıları için belirlemişlerdir. Özmerzi ve Barut (1996), anızlı alanda iyi şekilde parçalanmamış ve uzun sap artıklarının toprağa tam olarak karıştırılmayı etkilediğini vurgulamışlardır.

Bu çalışmanın amacı; mısır-buğday ekim nöbeti uygulamasında ön bitki olan mısırın hasadından sonra tarlada kalan ve sonraki ürün olan buğdayın ekimi için tohum yatağı hazırlığında önemli bir sorun olan mısır saplarının toprağa karışmasına sap parçalama ve farklı toprak işleme yöntemlerinin etkilerini belirlemektir.

Materyal ve Yöntem

Tarla denemeleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'ndeki mısır anızlı parsellerde yapılmıştır. Parsel uzunlukları her bir tekerrür için 50 m, parsel genişlikleri ise 10 m olarak belirlenmiştir. Deneme parsellerindeki toprakların bünye analizine ilişkin sonuçlar Çizelge 1' de, toprak işleme öncesinde belirlenen penetrasyon direnci ve bazı fiziksel özellikleri ise Çizelge 2' de verilmiştir.

Denemeler iki farklı mısır sapı yüksekliğine sahip parsellerde yapılmıştır. Silajlık mısırın hasadından sonra deneme parsellerinde ölçülen ortalama sap yükseklikleri ve standart sapma değerleri Çizelge 3' de verilmiştir.

Denemelerde kulaklı pulluk, döner kulaklı pulluk, diskli pulluk, yatay millî rototiller, düşey millî rototiller, V tipi diskli tirmik ve sap parçalama makinası kullanılmıştır.

Çizelge 1. Deneme parsellerine ilişkin bünye analiz sonuçları

Derinlik (cm)	Bünye			Sınıf
	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	
0-5	19.16	33.05	47.77	Siltli kil
5-10	13.68	40.90	45.42	Kil
10-15	22.08	31.29	46.63	Kil

Çizelge 2. Deneme parsellerinin toprak işleme öncesindeki penetrasyon direnci ve bazı fiziksel özellikleri

Fiziksel özellik	Derinlik (cm)		
	0-5	5-10	10-15
Nem (%)	16.67	18.57	19.59
Kuru hacim ağırlığı (g/cm ³)	1.38	1.48	1.52
Porozite (%)	48.45	44.00	42.63
Penetrasyon direnci (MPa)	1.89	2.64	2.80

Çizelge 3. Deneme parsellerinde ölçülen ortalama sap yüksekliği ve standart sapma değerleri

Deneme parseli	Ortalama sap yüksekliği (cm)	Standart sapma
I (Kısa saplı)	14.77	3.11
II (Uzun saplı)	31.20	2.83

Kulaklı pulluk hem ön gövdecikli hem de ön gövdeciksiz olarak kullanılmıştır. Bu alet ve makinalara ilişkin bazı teknik özellikler Çizelge 4 ve Çizelge 5' de verilmiştir.

Uygulanan toprak işleme yöntemlerine bağlı olarak mısır saplarının toprağa gömülme oranlarını belirlemek için her 1000 m²' lik deneme alanı için 1 m² alana sahip kare şeklindeki bir çerçeveye 5 kare işaretlenmiş, kareler içindeki mısır sapları toplanmış ve daha sonra tartılmıştır. Toprak işlemeden sonra aynı yöntemle toprak üzerinde kalmış olan mısır sapları her deneme parseli için belirlenerek mısır sapı gömülme oranları aşağıdaki eşitlikten bulunmuştur (Göknur ve Özarslan 1995).

$$F = [(A - B) / A] * 100$$

Eşitlikte;

F: Mısır sapı gömülme oranı,

A: Toprak işlemeden önceki sap miktarı (g),

B: Toprak işlemeden sonraki sap miktarı (g)'dir.

Mısır saplarının toprağa karıştırılma etkinliğini belirlemek için toprak işleme derinliği boyunca 0-5, 5-10, 10-15 ve 15-20 cm'lik toprak katmanlarında toplanan mısır sapı miktarları belirlenmiştir. 40x40x5 cm boyutlarındaki örnek alma çerçevesi, işlenen toprağa çakılarak her 5 cm'lik toprak katmanındaki mısır sapı miktarı ağırlık olarak belirlenmiştir. Bu ölçümler her deneme parseli için üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Mısır saplarının toprak işleme derinliği boyunca dağılım düzensizliği hem şekilsel olarak hem de her derinlikte teorik olarak bulunması gereken ağırlık oranından sapma yüzdesi hesaplanarak değerlendirilmiştir. (Hart ve ark. 1995, Akbolat ve Güzel 1997). Bu yöntemde, toprak işleme derinliği boyunca örnek alınan her katmanda teorik olarak bulunması gereken oranlardan sapma miktarları bulunmuş ve bu sapmalar gerek her katman için gerekse her toprak işleme yöntemi için ortalamaları alınarak karıştırma etkinliğine (sapların toprak işleme derinliği boyunca dağılım düzensizliğine) ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

Sap parçalama makinasının mısır saplarını parçalama etkinliğini belirlemek için parçalama işleminden

sonra deneme alanının değişik bölgelerinden 100'er adet sap örnekleri alınarak uzunlukları bir kumpasla ölçülmüş ve daha sonra bunların ortalama değerleri ve standart sapmaları hesaplanmıştır (Şahin 1998).

Denemeler, aşağıda belirtilen 8 farklı toprak işleme yöntemi esas alınarak yürütülmüştür; Bunlar;

- kulaklı pulluk (Y1),
- kulaklı pulluk (ön gövdecikli) (Y2),
- döner kulaklı pulluk (Y3),
- diskli pulluk (Y4),
- kulaklı pulluk + yatay millli rototiller (Y5),
- kulaklı pulluk + düşey millli rototiller (Y6),
- kulaklı pulluk + V tipi diskli tırmık (Y7),
- döner kulaklı pulluk + V tipi diskli tırmık (Y8)'dir.

Bu yöntemler, öncelikle sap parçalama işleminin yapılmadığı ve ortalama mısır sapı yüksekliği farklı olan iki grup deneme parsellerinde uygulanmıştır. İkinci aşamada ise bir sap parçalama makinasıyla mısır sapları parçalandıktan sonra belirtilen toprak işleme yöntemleri uygulanmıştır.

Denemelerde kullanılan toprak işleme yöntemlerinin, sap yüksekliği ve parçalanma durumlarına bağlı olarak mısır saplarının gömülme oranına olan etkileri istatistiksel analiz yardımıyla değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizlerde MINITAB paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Mısır saplarının toprağa gömülme oranları:

Ortalama sap yüksekliği farklı (14.77 cm ve 31.20 cm) olan parsellerde farklı toprak işleme yöntemleriyle elde edilen mısır sapı gömülme oranları Şekil 1' de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre toprak işleme yöntemi ve sap uzunluğunun sap gömülme oranına etkisi önemli bulunmuştur (p<0,01). Kısa ve uzun saplı parsellerde toprak işleme yöntemleriyle elde edilen sap gömülme oranlarına ilişkin Duncan testi sonuçları ise Çizelge 6' da gösterilmiştir.

Şekil 1 ve Çizelge 6' dan görüleceği gibi, toprak işleme yöntemlerinin mısır saplarını gömme oranları, sap yüksekliğine bağlı olarak değişmiştir. Kısa saplı parsellerdeki sap gömülme oranları uzun saplı parsellere göre daha yüksektir. Ortalama sap yüksekliğinin 14.77 cm olduğu parsellerdeki gömülme oranları, sap yüksekliği 31.20 cm olan parsellere göre toprak işleme yöntemlerine bağlı olarak % 4.48 ile % 8.59 daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4. Denemelerde kullanılan pulluklar ve V tipi diskli tırmığa ilişkin bazı teknik özellikler

Özellik	Kulaklı pulluk	Döner kulaklı pulluk	Diskli pulluk	V tipi diskli tırmık
Uzunluk (mm)	2450	2400	1600	4260
Genişlik (mm)	1690	1190	720	2170
Yükseklik (mm)	1350	1380	1110	1130
Çatı yüksekliği (mm)	830	710	620	890
Gövde arası uzaklık (mm)	750	600	530	215*
Gövde yüksekliği (mm)	430	380	-	-
Uç demiri kesme genişliği (mm)	315	300	-	-
Gövde sayısı (adet)	3	3	2	18**
Disk çapı (mm)	-	-	620	560
İçbükeylik yarıçapı (mm)	-	-	710	620

* Bir bataryadaki diskler arası uzaklık

** Toplam disk sayısı

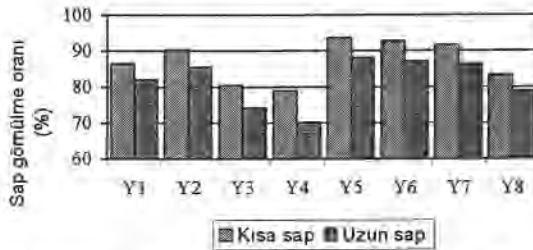
Çizelge 5. Denemelerde kullanılan yatay ve düşey milli rototiller ile sap parçalama makinasının bazı teknik özellikleri

Özellik	Yatay milli rototiller	Düşey milli rototiller	Sap parçalama makinası
Uzunluk (mm)	1620	1150	1020
Genişlik (mm)	2170	2000	2320
Yükseklik (mm)	1010	1110	940
Ağırlık (mm)	770	510	436
İşleyici eleman sayısı (adet)	27	16	28
Çatı yüksekliği (mm)	440	355	950
Teorik iş genişliği (mm)	1800	2000	2100
Maksimum iş derinliği (mm)	200	200	-

Çizelge 6. Kısa ve uzun saplı parsellerde toprak işleme yöntemleriyle elde edilen sap gömülme oranlarına ilişkin Duncan testi sonuçları

Toprak işleme yöntemi	Sap gömülme oranı (%) ^a	
	Kısa sap	Uzun sap
Y1	86.41 e	82.01 c
Y2	90.23 d	85.36 b
Y3	80.47 g	74.08 e
Y4	78.77 h	70.18 f
Y5	93.63 a	88.11 a
Y6	92.78 b	86.89 ab
Y7	91.51 c	86.28 ab
Y8	83.44 f	78.96 d

^a Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.



Şekil 1. Sap yüksekliğine bağlı olarak toprak işleme yöntemleriyle elde edilen sap gömülme oranları

Toprak işleme yöntemleri olarak sadece pullukların kullanıldığı yöntemler (Y1, Y2, Y3 ve Y4) gözönüne alındığında, ön gövdecikli kulaklı pulluğun (Y2) mısır saplarını toprağa en yüksek oranda gömdüğü görülebilir. Kısa saplı parsellerde bu oran % 90.23, uzun saplı parsellerde % 85.36 olarak belirlenmiştir. En düşük sap gömülme oranları diskli pullukla (Y4) çalışmada elde edilmiştir. Diskli pullukla kısa saplı parsellerde gömülme oranı % 78.77 iken uzun saplı parsellerde % 70.18 bulunmuştur. Kulaklı pulluk ön gövdeciksiz olarak kullanıldığında (Y1), sap gömülme oranı azalmıştır. Ön gövdeciksiz kulaklı pullukla çalışmada sap gömülme oranları, kısa ve uzun saplı parsellerde sırasıyla % 86.41 ve % 82.01 olarak belirlenmiştir. Ön gövdecikli kullanılmasıyla (Y2) kulaklı pulluğun sap gömme oranı kısa saptta % 3.82, uzun saptta ise % 3.35 oranında artmıştır. Diskli pulluktan sonra en düşük sap gömülme oranları döner kulaklı pullukla (Y3) elde edilmiştir. Döner

kulaklı pulluğun mısır saplarını toprağa gömme oranı kısa ve uzun saplı parsellerde sırasıyla % 80.47 ve % 74.08 olarak bulunmuştur (Şekil 1 ve Çizelge 6).

Birincil toprak işleme aletli olan pulluklardan sonra ikincil toprak işleme aletlerinin kullanımı sap gömülme oranını artırmıştır. Kulaklı pulluktan sonra yatay milli rototiller (Y5) kullanılmasıyla sap gömülme oranı kısa saplı parsellerde % 93.63, uzun saplı parsellerde ise % 88.11'e çıkmıştır. Yani kulaklı pulluktan sonra kullanılan yatay milli rototiller sap gömülme oranını kısa saplı parsellerde % 7.22, uzun saplı parsellerde % 6.60 artırmıştır. Kulaklı pulluktan sonra düşey milli rototiller (Y6) kullanılmasıyla sap gömülme oranı kısa ve uzun saplı parsellerde sırasıyla % 92.78 ve % 86.89 olarak belirlenmiştir. Pulluktan sonra kullanılan düşey milli rototiller, sap gömülme oranını kısa saplı parsellerde % 6.37, uzun saplı parsellerde ise % 4.88 artırmıştır. Kulaklı pulluktan sonra V tipi diskli tırmığın kullanıldığı yöntemde (Y7), mısır sapı gömülme oranları Y6 yöntemine oldukça yakın bulunmuştur. Döner kulaklı pulluk + V tipi diskli tırmık yöntemi (Y8), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde silajlık mısır hasadından sonra buğday ekimi için tohum yatağı hazırlığında kullanılan bir yöntem olduğu için karşılaştırma amacıyla ele alınmıştır. Çizelge 6' da görüldüğü gibi Y8 yöntemiyle sağlanan sap gömülme oranları Y5, Y6 ve Y7 yöntemlerine göre daha düşüktür. Kısa saplı parsellerde Y8 yöntemiyle elde edilen sap gömme oranı % 83.44 iken uzun saplı parselde % 78.96'dır. Bu oranlar, sadece kulaklı pulluğun (Y1) sap gömme oranlarından bile daha düşüktür.

Mısır saplarının gömülme oranına sap parçalamanın etkisini belirlemek amacıyla mısır sapları önce bir sap parçalama makinasıyla parçalanmış ve daha sonra toprak işleme yöntemleri kullanılmıştır. Bu denemelerde sap parçalama makinası 540 1/min kuyruk milli devrinde çalıştırılmıştır. Bu devirde sap parçalama makinasıyla sağlanan ortalama sap parça boyutu 60.8 mm olarak belirlenmiştir. Parçalanmış mısır saplı parsellerde Y3 ve Y8 yöntemleri uygulanmadığı için değerlendirilmeye alınmamıştır. Ayrıca sap parçalama işlemi uzun saplı parsellerde yapıldığı için karşılaştırmada, uzun saplı parsellerde sap parçalamanın yapılmadığı durumdaki gömülme oranları gözönüne alınmıştır. Parçalanmış ve parçalanmamış saplı parsellerde farklı toprak işleme yöntemleriyle sağlanan sap gömülme oranları karşılaştırmalı olarak Şekil 2' de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre toprak işleme yöntemi ve sap parçalamanın sap gömülme oranına etkisi önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Çizelge 7' de ise parçalanmış ve parçalanmamış saptta toprak işleme yöntemleriyle elde edilen sap gömülme oranlarına ilişkin Duncan testi sonuçları verilmiştir.

Şekil 2 ve Çizelge 7' de görüldüğü gibi parçalanmış sapların gömülme oranları parçalanmamış saptlara göre daha yüksektir. Pullukların tek olarak kullanıldığı yöntemler (Y1, Y2 ve Y4) gözönüne alındığında, parçalanmış saptta en yüksek gömülme oranı % 95.42 ile yine ön gövdecikli kulaklı pullukta (Y2), en düşük gömülme oranı % 84.45 ile diskli pullukta (Y4) elde edilmiştir. Sap parçalama ile gömülme oranında sağlanan artış Y1, Y2 ve Y4 yöntemlerinde sırasıyla % 12.19, % 10.06 ve % 14.27

olarak bulunmuştur. Parçalanmamış saplı koşullarda kulaklı pullukla birlikte kullanılan ön gövdecik, sap gömülme oranını % 3.85 artırırken parçalanmış saplı koşulda % 1.22 oranında artırmıştır.

Kulaklı pullukla toprak işlemeden sonra ikincil toprak işleme alet ve makinalarının kullanıldığı yöntemler arasında en yüksek sap gömülme oranı % 98.17 ile Y5 yönteminde elde edilmiş olup Y6 ve Y7 yöntemlerinde bu oranlar sırasıyla % 97.56 ve % 96.03 olarak bulunmuştur. Parçalanmış saptaki kulaklı pulluktan sonra kullanılan yatay millî rototiller, düşey millî rototiller ve V tipi diskli tırmık, sap gömülme oranlarını sırasıyla % 3.97, % 3.36 ve % 1.83 artırmıştır. Ayrıca parçalanmamış sapa göre parçalanmış millî rototiller, düşey millî rototiller ve V tipi diskli tırmık, sap gömülme oranlarını sırasıyla % 3.97, % 3.36 ve % 1.83 artırmıştır. Ayrıca parçalanmamış sapa göre parçalanmış saptaki gömülme oranları Y5, Y6 ve Y7 yöntemleri için sırasıyla % 10.06, % 10.67 ve % 9.75 daha yüksek bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, toprak işleme yönteminin, sap yüksekliğinin ve sap parçalamanın sap gömülme oranına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Sap yüksekliğinin fazla olması gömülme oranının düşmesine neden olmuştur. Sap yüksekliği yanında sap parçalamanın da sap gömülme oranını önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır. Sap parçalamayla gömülme oranında sağlanan en düşük artış % 9.75, en yüksek artış ise % 12.19 olmuştur. Burkhardt (1975), Wieneke (1990) ve Tebrügge (1993) gibi araştırmacılar da bitki artıklarının parçalanmasıyla hem toprağa daha yüksek oranda karıştırılabildiğini hem de daha kısa sürede çürüdüğünü vurgulamışlardır. Kulaklı pullukta ön gövdecik kullanımı, sap gömülme oranını

parçalanmış sapta yaklaşık % 1 artırmış, buna karşın parçalanmamış sapta yaklaşık % 4 oranında artırmıştır.

Parçalanmamış sapta döner kulaklı pullukla elde edilen sap gömülme oranları kulaklı pulluğa göre kısa sapta % 5.94, uzun sapta ise % 7.93 daha düşük bulunmuştur. Bu pulluklarla çalışmada iş derinlikleri birbirine oldukça yakın (kulaklı pullukta 24 cm, döner kulaklı pullukta 22 cm) olduğu için bu farkın kulak yapısından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

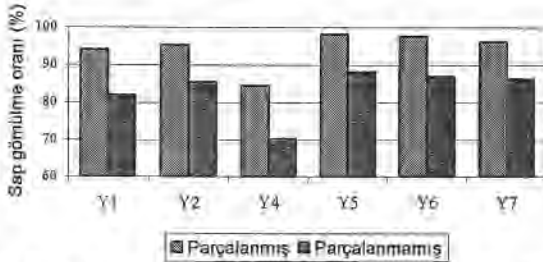
Mısır saplarının toprağa karıştırılma etkinliği:

Kullanılan toprak işleme yöntemlerinin mısır saplarını toprak işleme derinliğine karıştırma etkinlikleri hem şekilsel olarak (Şekil 3 ve Şekil 4) hem de çizelgeler halinde (Çizelge 8 ve Çizelge 9) verilmiştir. Bu şekillerde, toprak işleme derinliği boyunca sap dağılımı, ağırlığın yüzdesi olarak verilmiştir. Çizelgelerde ise her derinlikte teorik olarak bulunması gereken ağırlık oranından sapma yüzdeleri bulunarak, bu sapmaların gerek her katman için gerekse ortalamaların alınmasıyla her yöntemle ilişkin karıştırma etkinlikleri değerlendirilmiştir. Ortalama sapmanın küçük olması, sapların toprağa daha tekdüze karıştığını yani karışma etkinliğinin arttığını ifade etmektedir.

Mısır saplarının toprağa karışmasına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, toprak işleme yöntemlerine bağlı olarak sapların toprağın dört farklı derinliğine dağılımlarında önemli farklılıklar olduğu görülebilir.

Şekil 3 ve Çizelge 8 birlikte incelendiğinde, sap parçalamanın yapılmadığı parsellerde uygulanan bütün yöntemlerde toprağın 10-15 cm derinliğinde toplanan sap miktarının en yüksek olduğu görülebilir.

Bu oran yöntemlere bağlı olarak % 36,73 ile % 43,43 arasında bulunmuştur. 10-15 cm'den sonra en fazla sap 5-10 cm toprak derinliğinde toplanmıştır. 5-10 cm toprak derinliğinde toplanan sap oranı, ele alınan toprak işleme yöntemleri için % 24,24 ile % 33,93 arasında değişmiştir. Toprağın 0-5 cm derinliğinde toplanan sap oranı pullukların tek olarak kullanıldığı (Y2 hariç) yöntemlerde (Y1, Y3 ve Y4) daha yüksek, pulluktan sonra ikincil toprak işleme aletlerinin kullanıldığı Y5, Y6 ve Y8 yöntemlerinde daha düşük bulunmuştur. Y1 yönteminde (kulaklı pulluk) 0-5 cm derinlikteki sap oranı % 20,33 iken kulaklı pulluktan sonra yatay millî rototillerin kullanıldığı Y5 yönteminde % 12,24'e, düşey millî rototillerin kullanıldığı Y6 yönteminde % 11,34'e düşmüştür. V tipi diskli tırmığın kullanıldığı Y7 yönteminde ise kulaklı pulluğa oldukça yakın bir sap oranı (% 21,03) bulunmuştur. Görüldüğü gibi kulaklı pulluktan sonra kullanılan rototillerler, 0-5 cm'de toplanan sap oranını yaklaşık % 10 oranında azaltmışlardır. 0-5 cm derinlikte en düşük sap oranı % 10,10 ile ön gövdecikli kulaklı pullukla elde edilmiştir. Diskli pullukla çalışmada (Y4), 0-5 cm derinlikte toplanan sap oranı % 20,65 olup kulaklı pulluğa (Y1) oldukça yakındır. Döner kulaklı pullukta (Y3) bu oran % 17,97 olarak belirlenmiş, ancak döner kulaklı pulluktan sonra V tipi diskli tırmık kullanımının (Y8) 0-5 derinlikte toplanan sap oranında önemli bir değişime neden olmadığı görülmüştür. Toprağın 15-20 cm derinliğinde en

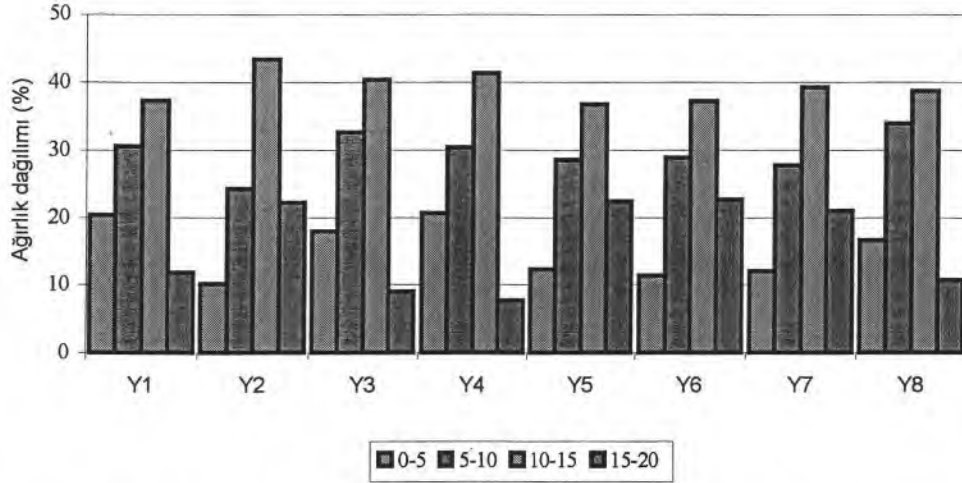


Şekil 2. Parçalanmış ve parçalanmamış sapta toprak işleme yöntemleriyle sağlanan sap gömülme oranları

Çizelge 7. Parçalanmış ve parçalanmamış sapta toprak işleme yöntemleriyle elde edilen sap gömülme oranlarına ilişkin Duncan testi sonuçları

Toprak işleme yöntemi	Sap gömülme oranı (%)*	
	Parçalanmış	Parçalanmamış
Y1	94.20 c	82.01 c
Y2	95.42 b	85.36 b
Y4	84.45 d	70.18 d
Y5	98.17 a	88.11 a
Y6	97.56 a	86.89 ab
Y7	96.03 b	86.28 ab

* Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.



Şekil 3. Toprak işleme yöntemlerine bağlı olarak mısır saplarının toprak işleme derinliğine dağılımı

Çizelge 8. Toprak işleme yöntemlerinin mısır saplarını toprağa karıştırma etkinliklerine ilişkin sonuçlar (ortalama sap uzunluğu 14.77 cm)

Yöntem	Derinlik (cm)	Ağırlık dağılımı (%)	% 25'ten sapma	Ortalama sapma (%)
Y1	0-5	20.33	18.68	35.61
	5-10	30.51	22.04	
	10-15	37.29	49.16	
	15-20	11.86	52.56	
Y2	0-5	10.10	59.60	36.86
	5-10	24.24	3.04	
	10-15	43.43	73.72	
	15-20	22.23	11.08	
Y3	0-5	17.97	28.18	46.06
	5-10	32.58	30.32	
	10-15	40.45	61.80	
	15-20	9.00	64.00	
Y4	0-5	20.65	17.40	43.46
	5-10	30.43	21.72	
	10-15	41.30	65.20	
	15-20	7.62	69.52	
Y5	0-5	12.24	51.04	30.60
	5-10	28.57	14.28	
	10-15	36.73	46.92	
	15-20	22.46	10.16	
Y6	0-5	11.34	54.64	31.95
	5-10	28.86	15.44	
	10-15	37.11	48.46	
	15-20	22.69	9.24	
Y7	0-5	21.03	52.28	34.08
	5-10	27.84	11.36	
	10-15	39.20	56.80	
	15-20	11.93	15.88	
Y8	0-5	16.67	33.32	45.24
	5-10	33.93	35.72	
	10-15	38.69	54.76	
	15-20	10.71	57.16	

düşük sap oranı % 7.62 ile diski pullukta (Y4) elde edilmiştir. Kulaklı pullukta bu oran % 11.86 iken ön gövdecikle kullanılması durumunda (Y2) % 22.23 seviyesine çıkmıştır. Kulaklı pulluktan sonra kullanılan rototillerler de 15-20 cm derinlikte toplanan sap oranını

artırmışlardır. Ancak Y5 ve Y6 yöntemlerindeki bu artış Y2 yöntemine oldukça yakın bulunmuştur. Kulaklı pulluktan sonra V tipi diski tırmığın kullanılması (Y7), 15-20 cm derinlikte toplanan sap oranında bir değişiklik yaratmamıştır. Döner kulaklı pulluk (Y3) ile bu derinlikte

toplanan sap oranı % 9 olup diski pulluktan sonraki en düşük orandır. Kulaklı pullukta olduğu gibi döner kulaklı pulluktan sonra V tipi diski tırmık (Y8) kullanımı da 15-20 cm derinlikte toplanan sap oranında önemli bir değişiklik yaratmamıştır (Şekil 3 ve Çizelge 8).

Sap parçalamanın karıştırmaya olan etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemelerin sonuçları ise Şekil 4 ve Çizelge 9' da verilmiştir. Burada Y3 ve Y8 yöntemlerine ilişkin ölçümler yapılamamıştır. Parçalanmış saplı parsellerde sapların toprağın farklı katmanlarına dağılımı, sap parçalamanın yapılmadığı duruma göre daha farklı olmuştur. Sap parçalamayla özellikle toprağın 15-20 cm derinliğinde toplanan sap oranı artarken, 0-5 cm derinlikteki sap oranı (Y5 ve Y6 hariç) azalmıştır. Y1, Y2, Y4 ve Y7 yöntemleriyle 0-5 cm derinlikteki sap oranı parçalanmamış parsellere göre sırasıyla % 9.70, % 1.26, % 3.41 ve % 9.49 daha düşük bulunmuştur. Sap parçalamayla toprağın 15-20 cm derinliğinde toplanan sap oranı, toprak işleme yöntemine bağlı olarak % 5.03 ile % 20.56 oranlarında daha yüksek bulunmuştur.

Bu sonuçlar göz önüne alınarak parçalanmış sapların parçalanmamış saplara göre toprağın daha alt katmanlarında (10-15 ve 15-20 cm) daha yüksek oranda toplandığını söyleyebiliriz.

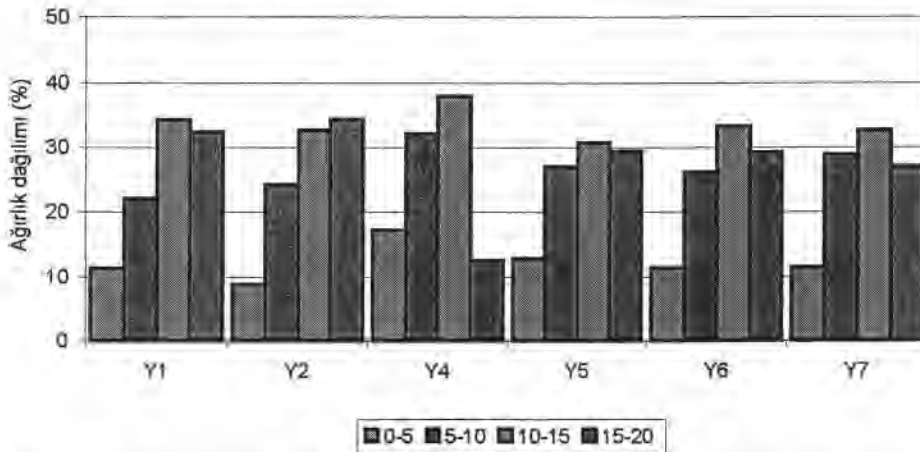
Çizelge 8 ve Çizelge 9' da karıştırma etkinliğini yani sapların toprak işleme derinliği boyunca dağılım tekdüzeliğini ifade eden ortalama sapma (%) değerleri de göz önüne alınarak genel bir değerlendirme yapılacak olursa; en düşük ortalama sapma değerlerinin parçalanmış sapta elde edildiği görülebilir. Parçalanmamış sapta ele alınan toprak işleme yöntemleri için ortalama sapmalar % 30.60 - % 46.06 arasında (Çizelge 8) iken parçalanmış sapta % 25.00 - %40.22 arasında değişmiştir. Buna göre hasattan sonra geriye kalan sapların parçalanması yalnızca sapların toprağa gömülme oranını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda gömülen sapların toprağın farklı derinliklerine daha düzgün karışmasına neden olmuştur.

Hem parçalanmamış hem de parçalanmış sapta en yüksek karıştırma etkinliği (en düşük ortalama sapma

değerleri) pulluktan sonra yatay milli rototillerin kullanıldığı Y5 yönteminde elde edilmiştir. Y5 yöntemiyle parçalanmamış ve parçalanmış sapta elde edilen ortalama sapma değerleri sırasıyla % 30.60 ve % 25.00'dir. Parçalanmamış saplı parsellerde Y5 yönteminden sonra en yüksek karıştırma etkinliği Y6 (kulaklı pulluk+düsey milli rototiller) yöntemiyle elde edilmiştir. Parçalanmış sapta ise Y6 ve Y7 yöntemlerinin karıştırma etkinliği birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Bu durumu, kulaklı pulluktan sonra kullanılan rototillerin yüksek karıştırma etkinliklerinin bir sonucu olarak sapları toprak işleme derinliğine daha tekdüze karıştırmaları şeklinde açıklayabiliriz. Tebrügge (1993), farklı toprak işleme yöntemlerinin anızın toprağa karıştırılmasına etkisini belirlemek için yaptığı araştırmasında benzer yönde bir sonuç elde etmiş ve pulluktan sonra düşey freze+merdane kombinasyonunun toprak derinliği boyunca en iyi anız dağılımı sağladığını belirtmiştir.

Parçalanmamış sapta en yüksek ortalama sapma döner kulaklı pulluk (Y3) ile çalışmada (% 46.06) elde edilmiştir. Döner kulaklı pulluktan sonra V tipi diski tırmık kullanımı (Y8) da sapın toprak derinliği boyunca dağılımında önemli bir iyileşme sağlayamamıştır. Döner kulaklı pulluktan sonra en düşük karıştırma etkinliği diski pullukla elde edilmiştir. Kulaklı pulluğun (Y1) karıştırma etkinliği, döner kulaklı (Y3) ve diski pulluğa (Y4) göre daha iyi bulunmuştur. Döner kulaklı ve diski pulluğun karıştırma etkinliklerinin düşük olması, hem toprağın 15-20 cm derinliğine derinliğine çok düşük veya hiç sap karıştıramamaları hem de toprağın üst kısımlarına karıştırdıkları sapların oransal dağılımlarının daha kötü olmasından kaynaklanmıştır. Diskli pulluğun iş derinliği kulaklı pulluğa göre daha küçük olup ortalama 19 cm olarak ölçülmüştür. İş derinliğinin kulaklı pulluğa göre daha düşük olmasının da diski pulluğun karıştırma etkinliğini azalttığını söyleyebiliriz.

Parçalanmamış saplı parsellerde kulaklı pulluktan sonra V tipi diski tırmık kullanımı (Y7), karıştırma etkinliğini iyileştirme açısından rototiller kadar etkili



Şekil 4. Parçalanmış saplı parsellerde toprak işleme yöntemlerine bağlı olarak mısır saplarının toprak işleme derinliğine dağılımı

Çizelge 9. Parçalanmış saplı parsellerde toprak işleme yöntemlerinin mısır saplarını toprağa karıştırma etkinliklerine ilişkin sonuçlar

Yöntem	Derinlik (cm)	Ağırlık dağılımı (%)	% 25'ten sapma	Ortalama sapma (%)
Y1	0-5	11.26	45.04	30.86
	5-10	22.07	11.72	
	10-15	34.25	37.00	
	15-20	32.42	29.68	
Y2	0-5	8.84	64.64	33.70
	5-10	24.31	2.76	
	10-15	32.59	30.36	
	15-20	34.26	37.04	
Y4	0-5	17.24	31.04	40.22
	5-10	32.18	28.72	
	10-15	37.93	51.72	
	15-20	12.65	49.40	
Y5	0-5	12.88	51.52	25.00
	5-10	26.99	7.96	
	10-15	30.67	22.68	
	15-20	29.46	17.84	
Y6	0-5	11.46	54.14	27.08
	5-10	26.04	4.16	
	10-15	33.33	33.32	
	15-20	29.17	16.68	
Y7	0-5	11.54	53.84	26.92
	5-10	28.84	15.36	
	10-15	32.69	30.76	
	15-20	26.93	7.72	

bulunmamış, ancak parçalanmış sapta düşey milli rototillerin kullanıldığı Y6 yöntemine yakın bir karıştırma etkinliği elde edilmiştir.

Sonuç

Mısır saplarının toprağa gömülme oranına toprak işleme yöntemi, sap yüksekliği ve sap parçalanmanın etkisi önemli bulunmuştur. Sapların parçalanmadığı durumda, hem sapların gömülme oranı azalmış hem de gömülen sapların toprak işleme derinliği boyunca karıştırılma etkinliği azalmıştır. Bu nedenle hasat sırasında biçme yüksekliğinin olabildiğince düşük tutularak sapların kısa bırakılmasına çalışılmalıdır.

Sap parçalama makinasıyla sapların parçalanması, gömülme oranını artırdığı gibi sapların toprağa karıştırılma etkinliğini de artırmıştır. Ayrıca sap parçalanmanın yapılmadığı duruma göre, toprağın üst kısımlarındaki (0 – 5 ve 5 – 10 cm) sap oranını da azaltmıştır. Bu durum, mısırdan hemen sonra ekim nöbeti gereği diğer bir bitki üretimi için tohum yatağı hazırlığı ve ekiminde toprak işleme alet —makinalarının ve özellikle ekim makinalarının tıkanmadan çalışmalarına yardımcı olacaktır.

Diskli ve döner kulaklı pullukların sapları toprağa gömme ve karıştırma etkinlikleri kulaklı pulluğa göre daha düşük bulunmuştur. Kulaklı pulluğun ön gövdecikli olarak kullanılması sap gömülme oranını artırarak toprağın özellikle üst katmanlarındaki (0 – 10 cm) sap oranını azaltmış ve sapların 10 – 15 ve 15 – 20 cm toprak derinliklerinde toplanmasını sağlamıştır. Kulaklı pulluktan sonra rototillerin kullanılması, sap gömülme oranını belirli ölçüde

artırdığı gibi sapların toprağa karıştırılma etkinliğini de iyileştirmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, en uygun toprak işleme yönteminin Y5 (kulaklı pulluk+yatay milli rototiller) olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

- Akbolat, D. ve E. Güzel, 1997. Toprak frezelerinde işleyici organ şekli ve devir sayısının buğday anızı ve sapını parçalama ve toprağa karıştırmaya olan etkilerinin belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi, s. 365 - 375, Tokat.
- Arın, S. ve P. Ülger, 1988. Bıçakları düşey düzlemde dönen yerli yapım makinanın buğday ve ayçiçeği anızını parçalama etkisinin araştırılması. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi, s. 377 - 383.
- Ball, B. C. and E. A. G. Robertson, 1990. Straw incorporation and tillage methods: Straw decomposition, denitrification and growth and yield of winter barley. J. Agric. Eng. Res., 46, 223 – 243.
- Burkhardt, T. H., R. A. Kepner and J. R. G. E. Miller, 1975. Management of rice straw by soil incorporation. Transaction of the ASAE, 18 (3) 434 – 438.
- Cannel, R. Q. 1987. Straw Incorporation in relation to soil conditions and crop growth. Outlook on Agriculture, 13, 130 – 135.
- Çarman, K. ve M. Konak, 1996. Anızda kullanılabilen ağır tip diskli tirmişin bazı işletme karakteristiklerinin toprak özelliklerine etkisi. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s. 502 - 509, Ankara.

- Göknur, İ. ve C. Özarlan, 1995. Yerli yapım bazı kulaklı pulluklarla çalışmada traktör ilerleme hızının yüzey artıklarının gömülme oranına etkisi. Tarımsal Mekanizasyon 16. Ulusal Kongresi, s. 362 - 369, Bursa.
- Hart, W. E., F. D. Tompkins and C. R. Mote., 1995. Incorporation uniformity of soil amendments with and L-tine rotary tillers. Applied Eng. in Agriculture, 11(4) 479 – 484.
- Önal, İ. ve E. Aykas, 1997. Hasat sonrası pamuk saplarının toprağa kazandırılmasında kullanılan teknik ve makineler. 17. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, s. 290 - 297, Tokat.
- Özmerzi, A. ve Z. Barut, 1996. İkinci ürün susamda farklı toprak işleme ve ekim yöntemlerinin karşılaştırılması. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s. 472 – 481, Ankara.
- Şahin, G. 1998. Ayçiçeği Saplarının Tarladan Kaldırılması Üzerine Araştırma. Tekirdag Üniv. Fen Bilimleri Ens. Tarım Makinaları Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi, 22 s., Tekirdağ.
- Tebrügge, F. 1993. The environmental implication of tillage systems. 5th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, p. 55 - 65, Kuşadası.
- Tunçer, İ. K. and F. Wieneke, 1992. Stroheinarbeitung und Strohabbau im Boden. Institut Für Agrartechnik Der Universität, 110 p., Göttingen, Germany.
- Unger, P. W. 1984. Tillage Systems for Soil and Water Conservation. FAO Soils Bulletin, 54, Rome.
- Wieneke, F. 1990. A new fibrous macerating straw cutter for combines. 4. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, s. 397 - 406, Adana.