

Diskli Pulluklarda Disk Temel Parametreleri İlerleme Hızı ve İş Derinliğinin Toprağın Karıştırılmasına Etkileri

Ergin DURSUN¹Özgül KARAÇALI²

Geliş Tarihi 11.12.1998

Özet: Bu araştırmada, disk temel parametreleri farklı olan 3 adet diskli pulluğun toprağı karıştırma etkisi belirlenmiştir. Denemelerde; diskin durum ve yön açıları, ilerleme hızı ve iş derinliği değişken faktörler olarak ele alınmıştır. Karıştırma etkisini belirlemek amacıyla etiket materyal olarak fasülye, mısır ve nohut daneleri kullanılmıştır. Toprağın farklı derinliklerine yerleştirilen etiket materyallerinin toprak işlemeden sonraki konumları bir toprak rendesi yardımıyla belirlenmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde, bir karıştırma katsayısından yararlanılmıştır. Bu katsayı, sıfır karıştırımadaki teorik standart sapmanın, toprak işlemeden sonra gözlenen standart sapmaya oranıdır. Araştırma sonuçlarına göre; denenen her pullukta diskin durum ve yön açılarının artmasıyla karıştırma etkinliği artmıştır. İlerleme hızının artmasıyla da pullukların toprağı karıştırma etkileri artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diskli pulluk, toprak, karıştırma, durum açısı, yön açısı, ilerleme hızı, iş derinliği

Effects of Basic Disc Parameters of Disc Ploughs Forward Speed and Working Depth on the Soil Mixturing

Abstract: In this research, the soil mixturing effect of three disc plough which has different basic disc parameters were determined. The position and direction angle, forward speed and working depth were taken as variable factors in the tests. Bean, maize and chickpea seeds were used as labelled material to asses the mixturing effect. After the soil cultivation, the positions of the labelled materials which located in different soil depth was determined with soil grinder. In the evaluation of the results, a mixturing coefficient (K) was used. This coefficient is the ratio of the theoretical standart deviation in zero mixturing to the standart deviation obtained after the soil cultivation. According to the research results, the soil mixturing effect increased with the increasing disc position and direction angle for experimented ploughs. Also, the soil mixturing effects of the ploughs increased with the increasing forward speed.

Key Words: Disc plough, soil, mixturing, position angle, direction angle, forward speed, working depth

Giriş

Tarımsal anlamda toprak işleminin genel amacı, bir toprak şeridini ana topraktan ayırıp kabartma, parçalama, döndürme ve karıştırma suretiyle bitkilerin isteklerine en uygun koşulları oluşturmaktır. Bu amaçla iklim, bitki ve toprak koşullarına bağlı olarak farklı toprak işleme alet ve makinelerinin kullanılması gerekmektedir. Pulluk, kültüvator, freze ve tırmıklar en çok kullanılan toprak işleme aletlerinin başında gelmektedir (Gökçebay 1969). Yapısal özellikleri ve toprağı etki şekilleri farklı olan bu aletler içerisinde işleyici organları disk şeklinde olan ve her gövdesi ayrı olarak yataklandırılmış diskli pulluklar, kulaklı pullukların kullanılmadığı yapışkan, aşındırıcı, kuru, taşlı, sert, ağır köklerin bulunduğu orman topraklarında, bataklık ve bitki artıklı tarlalarda başarıyla kullanılabilmektedirler (Dilmaç 1976). Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre 1996 yılı itibarıyla ülkemizde kullanılan diskli pulluk sayısı 55437 adettir. Diskli pulluğun en fazla kullanıldığı bölge ise 21310 adet ile İç Anadolu Bölgesi'dir.

Toprak işleminin amaçlarından birisi olan karıştırma, herhangi bir katmanda bulunan ve toprağı karıştırılması istenen ek materyalin, toprak işleme aleti tarafından toprak işleme derinliğinde her elementer hacime dağıtılmasıdır

(Gökçebay 1969). Toprak yüzeyine bırakılan ahır gübresi, kompost, yeşil ve yapay gübreler, toprak herbisitleri, bitki artıkları vb. gibi ek maddeler işlenen toprak derinliğinde homojen bir şekilde karıştırılmadıkları zaman toprağın su geçirgenliği önemli ölçüde azalır ve bitkiler besin maddelerinden değişik oranlarda yararlanırlar (Gasser 1964, Read ve ark. 1968). Bu nedenle, kültürü yapılan bitkilerin topraktaki bitki besin maddelerinden en iyi yarar sağlayabilmeleri için toprağın homojen bir şekilde karıştırılması gerekmektedir.

Toprak işlemede kullanılan her alet ve makina, toprağı az ya da çok karıştırılmaktadır. Ancak bu alet ve makinelerin toprağı karıştırma etkinlikleri, tasarım özelliklerine ve çalışma koşullarına bağlı olarak önemli değişiklikler göstermektedir.

Dilmaç (1976), değişik gövdelere sahip kulaklı pulluklar, diskli pulluk, düşey diskli pulluk, diskli tırmık, toprak frezesi, dişli tırmık ve kültüvator gibi farklı toprak işleme aletlerinin karıştırma etkilerini belirlemiştir. Karıştırma etkisinin belirlenmesinde etiket materyal olarak soya, buğday ve fiğ tohumları kullanmıştır. Çalışma sonucunda, en yüksek karıştırma derecesine toprak

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü-Ankara

² Ziraat Yüksek Müh.

frezesi ile ulaşıldığını, diskli ve dişli tırmıkların iyi bir yüzeyel karıştırma yaptıklarını, diskli pullukların kulaklı pulluklara göre toprağı daha iyi karıştırdığını belirtmiştir. Dinçer (1961), diskin toprak içerisindeki hareketi sırasında, yön ve durum açlarına bağlı olarak diskin toprağı yaptığı karıştırma etkilerini belirlemiştir. Feurlein (1968), tarla yüzeyine P³² radyoizotopunu serpererek tarlayı sürmüş ve sürümden sonra toprak kesitlerinin röntgen filmini çekerek karıştırma derecesini % olarak belirlemiştir. Gökçebay (1969), diskli toprak işleme aletleri üzerinde yapmış olduğu araştırmasında, karıştırma etkisini, toprak şeridi içerisine farklı derinliklere ve farklı diziliş sırasına göre yerleştirdiği numaralı zarların, işlemeyen sonra yeni konumlarını belirleyerek açıklamıştır. Hulburt ve Menzel (1953), sorgum daneleri ve radyoaktif fosfor gibi etiket materyallerini tarla yüzeyine dağıttıktan sonra tarlayı farklı toprak işleme aletleriyle sürmüşler ve sürüm derinliği boyunca farklı derinliklerde örnekler alarak sayımlar yapmışlar ve varyasyon katsayısı yardımıyla karıştırma derecesini belirlemişlerdir. Keçecioglu (1967), çeşitli toprak işleme aletleri ile yaptığı çalışmada, karıştırma etkisini belirlemek için toprağı belirli bir sıra ve tertipte zarlara yerleştirmiş ve işlemeyen sonra zarlara yeni konumlarını belirlemiştir. Kouwenhoven ve Terpstra (1970) değişik özellikteki tırmık dişlerinin toprağı karıştırma etkilerini farklı nem, agregat büyüklüğü ve ilerleme hızı koşullarında belirlemişlerdir. Theissig (1975), yüzeyel toprak işleme aletlerinin karıştırma etkilerini belirlemek için, mısır danelerini tarla yüzeyine düzgün bir şekilde dağıtmış ve sürümden sonra bir toprak rendesi yardımıyla her 5 mm derinlikte örnekler almıştır. Bu örnekler içerisindeki mısır danelerini sayarak ortalama dane derinliği ve standart sapmayı hesaplamıştır.

Bu çalışmanın amacı; disk ölçüleri farklı olan üç adet diskli pulluğun toprağı karıştırma derecesine diskin durum ve yön açılarının, ilerleme hızının ve iş derinliğinin etkilerini araştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yapılmıştır. Denemelerin yapıldığı tarlanın 0-25 cm derinliğindeki ortalama nem içeriği % 14, hacim ağırlığı 1.48 g/cm³, penetrasyon direnci ise 1.4 MPa olup killi tınlı toprak tipindedir.

Araştırmada, deneme materyali olarak traktöre asılır tip üç adet diskli pulluk kullanılmış ve A, B, C pullukları olarak adlandırılmışlardır. A ve B pulluğu 2 gövdeli, C pulluğu ise 4 gövdelidir. Bu pulluklarda kullanılan disklere ait bazı karakteristik ölçüler Çizelge 1'de, pullukların genel ölçüleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Diskli pulluklarda kullanılan disklere ait bazı karakteristik ölçüler

Disk ölçüleri	Pulluk tipi		
	A	B	C
Disk çapı D (mm)	620	650	640
İçbükeylik yarıçapı R (mm)	710	650	670
Disk kalınlığı δ (mm)	5	6	7
Disk derinliği C (mm)	90	102	94

Çizelge 2. Deneme materyali diskli pullukların genel ölçüleri

Pulluklar	A	B	C
Toplam uzunluk(mm)	1600	1640	2560
Toplam genişlik (mm)	720	715	860
Toplam yükseklik (mm)	1110	1140	1090
Diskler arası uzaklık (mm)	530	525	490

Denemelerde, karıştırma etkisinin belirlenmesi amacıyla etiket materyali olarak fasülye, mısır ve nohut daneleri kullanılmıştır. Ayrıca yardımcı materyal olarak mastar, açı ölçer, çelikmetre, penetrometre, eleme düzeni, kronometre, etiketleme izgarası, toprak rendesi ve örnek alma kutularından yararlanılmıştır.

Pullukların toprağı karıştırma etkilerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan etiket materyalleri, deneme parselleri üzerinde işaretlenmiş olan etiketleme alanlarına bir izgara yardımıyla yerleştirilmiştir. 90 x 90 cm boyutlarındaki izgara 1 dm²'lik 90 adet gözden oluşmaktadır. Parsellerin uzunluğu 50 m ve genişliği 1 m'dir. Her parsel üzerinde üç farklı noktada etiketleme yapılmıştır. Etiketleme alanlarının arasındaki uzaklık ise 5 m'dir. İlk etiketleme alanında toprak yüzeyine fasülye, ikinci etiketleme alanında toprağın 7 cm derinliğine mısır, üçüncü etiketleme alanında toprağın 14 cm derinliğine ise nohut daneleri etiket materyal olarak yerleştirilmiştir. Mısır ve nohut danelerinin etiketlenmesinde çapı 30 mm olan bir toprak sondası kullanılmıştır.

Etiketlenen parseller, araştırma materyali diskli pulluklarla işlendikten sonra bir toprak rendesi ile işleme derinliği boyunca 35 mm aralıklarla rendelenmiştir. Toprak katmanlarının rendelenmesi ve topraktan elementer hacimdeki örneklerin alınmasında Dilmaç (1976) tarafından geliştirilen bir toprak rendesinden yararlanılmıştır. Toprak rendesi, herbiri 10 cm genişliğinde, 50 cm uzunluğunda 8 bölmeden oluşan bir saç kutu şeklindedir ve yüksekliği 10 cm'dir. Farklı rendeleme derinlikleri için renderinin her iki yanında bulunan sınırsız vidalar yardımıyla düşey yönde, kademesiz ayar yapılabilir. Rendeleme, ilerleme yönünde yapılmış ve her rende-medede aynı derinlikteki katmandan 8 adet elementer örnek alınmıştır. Daha sonra her örnek bir elek ile elenerek etiket materyallerinin sayısı belirlenmiştir.

Karıştırma derecesi, sıfır karıştırmadaki teorik standart sapmanın, gözlenen standart sapmaya oranı şeklinde tanımlanan bir K (karıştırma) katsayısı ile boyutlandırılmıştır. K katsayısı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmaktadır:

$$K_i = \frac{S_{0i}}{S}$$

Burada;

K_i: i toprak katmanındaki herhangi bir etiket materyale ait karıştırma katsayısı

S₀: Sıfır karıştırmadaki teorik standart sapma

S: gözlenen standart sapma'dır.

İşleme derinliği boyunca 0-7 cm'lik kısım 1. toprak katmanı, 7-14 cm'lik kısım 2. toprak katmanı ve 14 cm'den işleme derinliğine kadar olan kısım ise 3. toprak katmanı olarak adlandırılmıştır. Rendeleme ile üç etiket materyali için üç toprak katmanındaki karıştırma katsayıları (K_1 , K_2 , K_3) belirlendikten sonra, her toprak katmanına ilişkin ortalama karıştırma katsayıları (\bar{K}_1 , \bar{K}_2 , \bar{K}_3) hesaplanmıştır. Daha sonra ortalama karıştırma katsayılarının da ortalaması alınarak üç toprak katmanı için genel karıştırma katsayısı (\bar{K}) hesaplanmıştır. Bu değerlendirme yöntemine göre; K'nın değerindeki artış karıştırma derecesindeki artış anlamındadır.

Denemelerin yapılacağı tarla parsellere ayrıldıktan ve etiket materyalleri ile etiketlendikten sonra, incelenen çalışma koşullarına uygun olarak ayarlanan pulluklar ile denemeler yapılmıştır. Denemeler, tesadüf parselleri deneme desenine uygun bir şekilde ve incelenen her konu üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Bulgular ve Tartışma

Disk yön açısının karıştırmaya etkisi

Disk yön açısının karıştırmaya olan etkisi, incelenen üç pullukta 40° , 45° ve 50° lik yön açılarındaki incelenmiş olup elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Bu denemeler sırasında, durum açısı A ve B pulluklarında 18° , C pulluğunda ise durum açısı ayar olanağı bulunmadığı için 22° olarak sabit tutulmuştur. İlerleme hızı, 3.95 km/h ile 4.1 km/h arasında değişmiştir. İş derinliği ise pulluk tipine ve yön açılarına bağlı olarak değişimler göstermekle birlikte ortalama 20 cm civarında tutulmuştur.

Çizelge 4.1'de A, B ve C pulluğuna ilişkin sonuçlar incelendiğinde, disk yön açısının artmasıyla ortalama karıştırma katsayılarının arttığı görülebilir. Disk yön açısının 40° , 45° ve 50° lik değerlerinde elde edilen genel karıştırma katsayıları (\bar{K}) A pulluğunda sırasıyla 2.63, 2.73 ve 2.84; B pulluğunda 2.78, 2.94 ve 3.06; C pulluğunda ise 2.94, 3.12 ve 3.26'dır. Bu sonuçlara göre disk yön açısının 40° 'den 50° 'ye çıkması durumunda karıştırma etkinliğinin A pulluğunda yaklaşık olarak % 8, B pulluğunda % 10 ve C pulluğunda ise % 11 arttığını söyleyebiliriz. Yapılan varyans analizi sonucunda, her üç pullukta da 40° , 45° ve 50° lik yön açılarındaki elde edilen karıştırma katsayıları arasındaki farklılık $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuştur.

Dinçer (1961), diskli pulluklar üzerinde yapmış olduğu araştırmasında, disk yön açısı büyüdükçe karıştırma etkisinin iyileştiğini belirtmiştir. Ayrıca, A ve B pulluğunda durum açıları aynı olmasına ($\alpha = 18^\circ$) karşın B pulluğunda karıştırma katsayıları daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedenini, A pulluğunda içbükeylik yarıçapının disk çapına oranının daha büyük ($R = 1.15 D$) olması ve B pulluğuna ($R = D$) göre toprağı daha fazla yana itmesi şeklinde açıklayabiliriz. Dinçer (1961)'in belirttiğine göre de $R = 0.9-1.1 D$ durumlarındaki karıştırma etkisi $R > 1.1 D$ durumuna göre daha iyi olmaktadır.

Denemeye alınan her üç pullukta da 40° ve 45° disk yön açılarındaki $\bar{K}_2 > \bar{K}_1 > \bar{K}_3$ iken, 50° yön açısında

$\bar{K}_2 > \bar{K}_3 > \bar{K}_1$ şeklinde sıralanmıştır (Çizelge 3). Bu sonuçlara göre en yüksek karıştırma etkinliğinin 2. toprak katmanında meydana geldiğini söyleyebiliriz.

Disk durum açısının karıştırmaya etkisi

Durum açısının karıştırmaya etkisini belirlemek için yapılan denemelerin sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Bu denemelerde durum açısı 15° , 18° ve 21° olarak değiştirilmiştir. C pulluğunda ise durum açısını değiştirme olanağı bulunmadığı için durum açısının karıştırmaya etkisi incelenememiştir. Bu denemelerde disk yön açısı 45° olarak sabit tutulmuştur. İlerleme hızı ortalama 4 km/h, iş derinliği ise 20 cm'dir.

Çizelge 4'deki sonuçlar incelendiğinde durum açısının artmasıyla karıştırma katsayısının arttığı görülebilir. 15° , 18° ve 21° lik durum açılarındaki genel karıştırma katsayıları (\bar{K}); A pulluğunda sırasıyla 2.31, 2.73 ve 3.16; B pulluğunda ise sırasıyla 2.51, 2.94 ve 3.31 olarak bulunmuştur. Disk durum açısının 15° 'den 21° 'ye çıkması A pulluğunda karıştırma etkinliğini % 36.8, B pulluğunda % 31.9 oranında artırmıştır. Bulunan bu sonuç literatüre uyum göstermektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre, hem A pulluğu hem de B pulluğunda durum açılarına bağlı olarak elde edilen karıştırma katsayıları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p < 0.01$). Dinçer (1961), içbükeylik yarıçapı (R), disk çapına (D) eşit veya büyük olduğu zaman iyi bir karıştırma için durum açısının büyütülmesi gerektiğini vurgulamıştır. Gökçebay (1986) da $R = D$ olduğunda disk durum açısı büyüdükçe toprağın karıştırılmasının iyileştiğini belirtmiştir. Disk üzerindeki toprak şeridinin hareket yörüngesi şeridin kesitine, toprağın çeşit ve durumuna bağlı olmakla beraber diskin durum ve yön açılarına da bağlıdır. Disk durum açısının artmasıyla toprak şeridi disk yüzeyinde daha fazla yükselmekte, primer ve sekonder kesilme yüzeylerinin sayısı artmakta, etiket materyallerinin birbirlerine göre hareketlerindeki farklılaşma artarak karıştırma etkisi iyileşmektedir. Ayrıca, aynı durum açılarındaki B pulluğunun karıştırma katsayıları A pulluğuna göre daha yüksektir. Bu durum, disk yön açısının karıştırmaya etkisi bölümünde açıklandığı gibi A pulluğunda içbükeylik yarıçapının daha büyük olmasından kaynaklanmış olabilir.

Durum açılarına bağlı olarak toprağın farklı katmanlarındaki ortalama karıştırma katsayıları (\bar{K}_1 , \bar{K}_2 , \bar{K}_3) incelendiğinde, sonuçların birbirine oldukça yakın olduğu görülebilir. Ancak genel bir değerlendirme yapılacak olursa, toprağın 2. katmanına ilişkin (7-14 cm arası) karıştırma katsayılarının daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz.

Hem A pulluğu hem de B pulluğu için $\bar{K}_2 > \bar{K}_1 > \bar{K}_3$ olarak sıralanmıştır. Dilmaç (1976), diskli pullukla ($\alpha = 22^\circ$, $\beta = 45^\circ$) toprak kanalında yapmış olduğu çalışmada benzer yönde bir sonuç elde etmiş, $\bar{K}_1 = 3.33$, $\bar{K}_2 = 3.42$ ve $\bar{K}_3 = 3.28$ olup $\bar{K}_2 > \bar{K}_1 > \bar{K}_3$ olduğunu belirtmiştir. Bu durumu, üst katmanın yüzeyde serbest hareketi ve alt katmanda oluşan çizi sirtlarının bu katmanlardaki karıştırma derecesini orta katmana oranla biraz düşürmesi şeklinde açıklamıştır.

Çizelge 3. Farklı disk yön açılarındaki elde edilen karıştırma katsayıları

Pulluk tipi	Yön açısı (°)	Fasulye			Mısır			Nohut			Ortalama			
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	\bar{K} (*)
A pulluğu	40	2.50	2.50	2.24	2.72	2.65	2.49	2.65	2.79	2.85	2.62	2.65	2.53	2.63 b
	45	2.62	2.73	2.50	2.79	2.75	2.65	2.80	2.82	2.90	2.74	2.77	2.68	2.73ab
	50	2.70	2.94	2.71	2.82	2.90	2.80	2.78	2.91	3.02	2.77	2.92	2.84	2.84 a
B pulluğu	40	2.73	2.71	2.61	2.79	2.84	2.75	2.75	2.93	2.86	2.76	2.83	2.74	2.78 b
	45	2.92	2.94	2.79	2.99	2.95	2.88	2.92	3.00	3.13	2.94	2.96	2.93	2.94ab
	50	2.96	3.06	2.91	3.07	3.24	2.93	2.90	3.26	3.33	2.98	3.19	3.02	3.06 a
C pulluğu	40	2.92	3.05	2.82	3.03	2.94	2.85	2.90	2.94	3.02	2.95	2.98	2.90	2.94 b
	45	3.14	3.23	3.00	3.23	3.11	3.02	3.04	3.12	3.21	3.14	3.15	3.08	3.12 a
	50	3.25	3.38	3.22	3.27	3.28	3.18	3.10	3.30	3.35	3.20	3.32	3.25	3.26 a

(*) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p ≤ 0.01)

Çizelge 4. Farklı disk durum açılarındaki elde edilen karıştırma katsayıları

Pulluk tipi	Yön açısı (°)	Fasulye			Mısır			Nohut			Ortalama			
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	\bar{K} (*)
A pulluğu	15	2.16	2.31	1.85	2.32	2.38	2.30	2.51	2.47	2.52	2.33	2.39	2.22	2.31 c
	18	2.52	2.73	2.50	2.79	2.75	2.65	2.80	2.82	2.90	2.74	2.77	2.68	2.73 b
	21	3.17	3.20	3.05	3.21	3.17	3.08	3.11	3.22	3.26	3.16	3.20	3.13	3.16 a
B pulluğu	15	2.31	2.41	2.12	2.58	2.53	2.44	2.60	2.73	2.84	2.50	2.56	2.47	2.51 c
	18	2.92	2.94	2.79	2.99	2.95	2.88	2.92	3.00	3.13	2.94	2.96	2.93	2.94 b
	21	3.33	3.38	3.28	3.34	3.32	3.20	3.28	3.32	3.39	3.32	3.34	3.29	3.31 a

(*) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p < 0.01)

İlerleme hızının karıştırmaya etkisi

İlerleme hızının karıştırmaya etkisi incelenirken, durum açıları A ve B pulluklarında 21°, C pulluğunda 22°, yön açısı ise üç pullukta da 45° olarak sabit tutulmuştur. Bu denemelerde de ortalama iş derinliği yaklaşık 20 cm'dir.

Çizelge 5'de üç farklı ilerleme hızında, karıştırma katsayılarına ilişkin sonuçlar verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden görüleceği gibi ilerleme hızının artmasıyla karıştırma katsayıları da artmıştır. Yaklaşık 3, 4 ve 5 km/h ilerleme hızlarında elde edilen genel karıştırma katsayıları (\bar{K}); A pulluğunda sırasıyla 2.94, 3.16 ve 3.47, B pulluğunda sırasıyla 3.02, 3.31 ve 3.73, C pulluğunda ise 2.93, 3.12 ve 3.52'dir. Hızın 3 km/h'den 5 km/h'e artmasıyla karıştırma katsayısındaki artış oranı A pulluğunda % 18, B pulluğunda % 23.5 ve C pulluğunda %20.1 olarak bulunmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre pulluk x ilerleme hızı arasındaki interaksiyon p < 0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Dinçer (1961) farklı R/D oranlarına sahip diskli pulluklarla yaptığı çalışmasında, R>D olan diskli pulluklarda, hızın artmasıyla karıştırma etkisinin iyileştiğini ve en iyi karıştırma etkisinin 4-5 km/h ilerleme hızlarında elde edildiğini bildirmiştir. Hız artışıyla disk aktif yüzeyi üzerinde hareket eden toprak şeridinde daha fazla kesilme yüzeyleri oluşmakta ve bu kesilme yüzeylerinin birbirlerine göre yer değiştirmeleri arttığı için pullukların toprağı karıştırma etkinlikleri iyileşmiştir.

Farklı toprak katmanlarındaki karıştırma katsayıları incelendiğinde ise sonuçlar birbirine yakın olmakla beraber

yine genellikle toprağın 2. katmanına ilişkin karıştırma katsayılarının daha yüksek olduğu görülebilir. A ve B pulluklarında 3 km/h hızda, C pulluğunda ise 5 km/h hızda K₁ > K₂ > K₃ iken diğer hızlarda K₂ > K₁ > K₃ olarak bulunmuştur.

İş derinliğinin karıştırmaya etkisi

İş derinliğinin karıştırmaya etkisi yalnızca A ve B pulluklarında incelenmiş olup durum açısı 18°, yön açısı 45° olarak sabit tutulmuş, ilerleme hızı ise ortalama 4 km/h olarak sabit tutulmaya çalışılmıştır. Bu denemeler, sadece toprak üst yüzeyi fasulye ile etiketlenmiş parsellerde yapılmıştır. İki farklı iş derinliğinde elde edilen karıştırma katsayıları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6'daki sonuçlardan görülebileceği gibi, A pulluğunda iş derinliğinin artması karıştırma katsayısında önemsiz sayılabilecek bir artış sağlamıştır. B pulluğunda ise 19.7 cm ve 24.1 cm iş derinliklerinde bu değerler sırasıyla 3.06 ve 3.13 olup ortalama karıştırma katsayısı %2.3 oranında artmıştır. Toprağın 1, 2 ve 3. katmanlarına ilişkin karıştırma katsayıları incelendiğinde ise hem A ve hem de B pulluğunda en yüksek karıştırma katsayısının 2. toprak katmanında elde edildiği ve sıralamanın K₂ > K₁ > K₃ şeklinde olduğu görülebilir. A pulluğunda 23.5 cm iş derinliğinde ise bu sıralama K₂ > K₃ > K₁ şeklindedir. Ayrıca iş derinliğinin artmasıyla özellikle toprağın 2 ve 3. katmanlarına ilişkin K₂ ve K₃ karıştırma katsayılarının arttığı görülebilir.

Çizelge 5. Farklı ilerleme hızlarında elde edilen karıştırma katsayıları

Pulluk tipi	İlerleme hızı (km/h)	Fasulye			Mısır			Nohut			Ortalama			
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	K ₁	K ₂	K ₃	\bar{K} (*)
A pulluğu	3.1	2.94	2.89	2.74	2.98	2.85	2.80	3.01	3.07	3.14	2.98	2.94	2.89	2.94 c
	4.0	3.17	3.20	3.05	3.21	3.17	3.08	3.11	3.22	3.26	3.16	3.20	3.13	3.16 b
	5.2	3.47	3.54	3.37	3.49	3.56	3.40	3.40	3.51	3.50	3.45	3.54	3.42	3.47 a
B pulluğu	3.0	3.09	2.98	2.78	3.07	3.05	3.00	3.02	3.09	3.14	3.06	3.04	2.97	3.02 c
	4.1	3.33	3.38	3.28	3.34	3.32	3.20	3.28	3.32	3.39	3.32	3.34	3.29	3.31 b
	5.0	3.70	3.81	3.65	3.76	3.71	3.62	3.72	3.79	3.84	3.73	3.77	3.70	3.73 a
C pulluğu	3.2	2.95	3.03	2.86	2.98	2.93	2.84	2.85	2.94	2.97	2.93	2.97	2.89	2.93 c
	4.1	3.14	3.23	3.00	3.23	3.11	3.02	3.04	3.12	3.21	3.14	3.15	3.08	3.12 b
	5.1	3.59	3.60	3.37	3.65	3.50	3.44	3.46	3.51	3.55	3.57	3.54	3.45	3.52 a

(*) Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p \leq 0.01$)

Çizelge 6. Farklı iş derinliklerinde elde edilen karıştırma katsayıları

Pulluk tipi	İş derinliği (cm)	Karıştırma katsayıları			
		K ₁	K ₂	K ₃	\bar{K}
A pulluğu	18.9	2.93	3.11	2.84	2.96
	23.5	2.89	3.23	2.98	3.03
B pulluğu	19.7	3.07	3.19	2.92	3.06
	24.1	3.10	3.28	3.02	3.13

Sonuç

Bu araştırmadan elde edilen sonuçları aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz:

1. Deneme materyali pulluklarda, disk yön açısının artmasıyla karıştırma etkinliğinin göstergesi olan karıştırma katsayısı (\bar{K}) değerleri artmıştır. Disk yön açısının 40°'den 50°'ye çıkması, karıştırma etkinliğini A pulluğunda % 8, B pulluğunda % 10 ve C pulluğunda % 11 oranında artırmıştır.

2. Disk durum açısının 15°'den 21°'ye çıkması, karıştırma etkinliğini A pulluğunda % 36.8, B pulluğunda ise % 31.9 oranında artırmıştır.

3. İlerleme hızının artması da diskin toprağı karıştırma etkinliğini artırmıştır. İlerleme hızının 3 km/h'den 5 km/h'e çıkmasıyla karıştırma etkinliği A, B ve C pulluklarında sırasıyla % 18, % 23.5 ve % 20.1 oranında artmıştır.

4. İş derinliğinin artması, karıştırma etkinliğinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır.

5. İncelenen çalışma koşullarında, genel olarak en yüksek karıştırma etkinliği 2. toprak katmanı olarak adlandırılan 7-14 cm'lik işleme derinliğinde sağlanmıştır.

Kaynaklar

- Dilmaç, M., 1976. Bazı Toprak İşleme Aletlerinin Karıştırma Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü.Ziraat Fakültesi Doktora Tezi, Ankara.
- Diñer, H., 1972. Die Bodenbewegung Bei Scheibenformigen Pflugwerkzeugen. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 143, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 70, Araştırma Serisi No: 41, 64 s. Erzurum.
- Feuerlein, W., 1968. Messmethoden und Kenngrößen Zur Ermittlung des Arbeitserfolges beim Pflügen. Grund. Landtech. Bd. 18, p. 65-77.
- Gasser, J. K. R., 1964. Some Factors Affecting Losses of Ammonia From Urea and Ammonium Sulphate Applied to Soils. Journal Soil Science, 25 (2).
- Gökçebay, B., 1969. Diskli Toprak İşleme Aletlerinin Memleketimiz Tarımındaki Yeri ve Yerli Yapım Evlerinde Yapılan Diskli Toprak İşleme Aletleri Üzerinde Bir Araştırma. A.Ü.Ziraat Fakültesi Doktora Tezi, Ankara.
- Hulburt, W. C. ve R. G. Menzel, 1953. Soil Mixing Characteristics of Tillage Implements. Agricultural Engineering, Vol. 34, p.702-708.
- Keçecioglu, G., 1967. Toprak Kanalında Çeşitli Toprak İşleme Aletleri Üzerinde Bir Araştırma. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 93, İzmir.
- Kouwenhoven, J. K. ve R. Terpstra, 1970. Mixing and Sorting of Granules by Tines. Journal Agric. Eng. Res. Vol. 15, p. 129-147.
- Read, K., Gebhardt, M. R. ve C. L. Day, 1968. Distribution of Trifluralin in the Soil When Mixed With Disk Harrow and Power Rotary Cultivator. Transactions of the ASAE, p. 155-158.
- Theissig, K., 1975. Arbeitseffekte von Geräten zur Sekundärbodenbearbeitung. Dissertation, Bonn.