

## Yüzey Artıklarıyla Erozyon Kontrolüne Uygun Toprak İşleme ve Ekim Alet – Makina Setlerinin Hesaplama Yöntemiyle Belirlenmesi

İlknur GÖKNUR DURSUN<sup>1</sup>

Geliş Tarihi: 04.10.2001

**Özet:** Bitki artıklarının tarla yüzeyinde bırakılmaları toprak erozyonunun azaltılmasında en kolay ve en etkili yöntemlerden birisidir. Ancak etkili bir toprak erozyonu kontrolü için bütün toprak işleme ve ekim işlemlerinden sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artık miktarı oldukça önemlidir. Bu çalışmada; toprak erozyonunun kontrolü için uygun toprak işleme ve ekim alet – makina setlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 8 farklı birincil toprak işleme aleti ile 6 farklı ikincil toprak işleme aleti ve 6 farklı ekim makinası tipi seçilmiştir. Önceki ürün olarak buğday veya mısırın yüzey artıklarının bulunduğu tarla koşulları dikkate alınmıştır. Ayrıca bu ürünlerin hasadının yazın veya sonbaharda yapıldığı ve tarlanın nadase bırakıldığı varsayılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, seçilen toprak işleme ve ekim alet – makina setleriyle yapılan toprak işleme ve ekim işlemlerinden sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artık miktarları hesaplama yöntemiyle tahmini olarak bulunmuştur. Söz konusu setlerin su ve rüzgar erozyonu açısından farklı koşullardaki etkinlikleri belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** erozyon kontrolü, yüzey artığı, toprak işleme ve ekim alet – makina setleri

### Determination of the Suitable Tillage Equipment and Seed Drill Sets to Control Erosion by Surface Residues Using Calculating Method

**Abstract:** Leaving crop residues on the soil surface is one of the easiest and the most effective method of reducing soil erosion. But, it is very important the amount of surface residue remained after all tillage and planting operations for an effective soil erosion control. The objective of this study was to determine suitable tillage equipment and seed drill sets to reduce soil erosion at different soil conditions where soil erosion is caused by wind and water. In this study, eight different primary tillage equipment, six secondary tillage equipment and six different seed drills were selected. Wheat and corn were taken as crop variety. Moreover, it was assumed that crops was harvested in summer or fall and field was left uncultivated. At the end of this study, crop residues remained on the soil surface were found using calculation method after tillage and planting operations by selected tillage equipment and seed drill sets. Efficiencies of this sets at different conditions were determined with regard to water and wind erosion.

**Key Words:** erosion control, crop residue, tillage equipment and seed drill sets

#### Giriş

Erozyon, tarıma elverişli alanlardaki verimli toprak tabakasını yok ederek çöleşmeye neden olan oldukça zararlı bir olaydır. Dünyada ve ülkemizde önemli boyutlarda erozyon tehlikesi söz konusudur. Ülkemiz topraklarının % 85' inin erozyonla karşı karşıya olduğu gözönüne alındığında tehlikenin önemi daha iyi anlaşılabilir. Bu nedenle erozyon kontrolüne yönelik önlemlerin öncelikle alınması gereklidir.

Erozyona neden olan çeşitli faktörler olmakla birlikte su ve rüzgar, erozyonun oluşmasında etkili olan temel faktörlerdir. Bunların her ikisinin de etkileri farklı olmakla birlikte sonuçta her ikisi de yüzey toprağını hareketlendirmektedirler. Yağışı bol olan bölgelerde yağmur suları, kurak bölgelerde ise rüzgar, direnci azalan verimli tarım topraklarını taşımakta ve tarım arazilerinin verimsizleşmesine neden olmaktadır (Akalan 1974). Bunlara ek olarak yanlış toprak işleme yöntemleri ve anızın yakılması gibi uygulamalar, erozyon sorununun daha fazla artmasına yol açmaktadır. Günümüzde bazı bölgelerimizde yüzey artıklarının çok çabuk ve kolay olarak yok edilmesi;

yabancı otların, bazı böcek türlerinin ve hastalıkların azaltılması; toprak işleme ve ekimde kolaylık sağlanması ve daha yüksek verim gibi çeşitli beklentilerle anızın yakılmasına devam edilmektedir. Oysa erozyonun önlenmesindeki en etkili yöntemlerin, bizzat doğanın uyguladığı koruma yolunu taklit eden yöntemler olduğu ileri sürülmektedir (Sayın 1989). Orman ve çayır arazileri doğal olarak erozyonu nasıl önleyorsa, aynı düşünceden hareketle tarım arazilerinde sap, saman, anız gibi yüzey artıklarının toprak yüzeyinde bırakılmasının da aynı oranda etkili olacağı düşünülmektedir. Toprak erozyonunun azaltılmasında yüzey artıklarından yararlanma en etkili yöntemlerden birisi olarak kabul edilmektedir (Shelton ve ark. 1996). Yapılan araştırmalar sonucunda örneğin, toprak yüzeyinde % 20 oranında bırakılan yüzey artıklarının % 50, % 50 oranında bırakılan yüzey artıklarının % 80, % 90 oranında bırakılan yüzey artıklarının ise % 95 oranında toprak erozyonunu önlediği ortaya konulmuştur (Dickey ve ark. 1986). Yüzey artıklarının bu kadar önemli oranlarda erozyonu azaltmalarında yağmur damlacıklarının aşındırıcı etkilerini

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makinaları Bölümü – Ankara

sönümlemelerinin ve yüzey akışlarını küçük setler oluşturmalarının etkisi fazladır. Aynı zamanda rüzgar erozyonuna karşı koruyucu bir perde oluşturmakta ve toprakta var olan suyun korunmasında da etkili olmaktadır. Ancak toprağın geç ısınması, hastalık ve zararlıların gelişimine uygun bir ortamın oluşması, çimlenmenin gecikmesi, tarım alet ve makinelerinin tıkanmalarına yol açmaları gibi sakıncaları da gözardı edilmemelidir.

Erozyonun önlenmesi amacıyla tarla yüzeyinde en az % 30 oranında yüzey artığının bırakılmasının zorunlu olduğu koruyucu tarım tekniğinde, başarılı bir sonuca ulaşabilmek için daha planlama aşamasında çeşitli toprak işleme uygulamalarından önce ve sonra tarla yüzeyinde kalacak olan yüzey artık miktarlarının tahmin edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla; kesişen hat yöntemi, fotoğraf karşılaştırma yöntemi ve hesaplama yöntemi gibi çeşitli yöntemlerden yararlanılmaktadır (Dickey ve ark. 1986, McCarthy ve ark. 1993). Bunlardan hesaplama yöntemi, diğerlerinden farklı olarak tarlada gözlem yapılmasını gerektirmemektedir. Bu yöntemde çeşitli alet ve makinelerin tarla yüzeyinde bıraktıkları yüzey artığı oranlarından yararlanılmaktadır (Krall ve ark. 1986, Hill ve ark. 1994, Miller 1999).

Bu araştırmada; önceki ürün olarak buğday veya mısırın ekili olduğu tarlalarda çeşitli toprak işleme ve ekim setleriyle çalışmalardan sonra tarla yüzeyinde kalacak olan yüzey artık miktarlarının hesaplama yönteminden yararlanılarak tahmini ve oluşturulan setlerin çeşitli koşullar altında su ve rüzgar erozyonunun önlenmesindeki etkinlikleri üzerinde durulacaktır.

#### Materyal ve Yöntem

Araştırmada birincil ve ikincil toprak işleme aletleri ile ekim makineleri olmak üzere üç temel grup içerisinde çeşitli alet ve makineler seçilerek bunların birbirleriyle yapabilecekleri tüm kombinasyonlar dikkate alınmıştır. Buna göre 8 adet birincil, 6 adet ikincil toprak işleme aleti, 6 farklı ekim makinesi ve 2 farklı hasat zamanı seçilerek 576 değişik kombinasyon oluşturulmuştur. Seçilen tarlalarda önceki ürün olarak buğday veya mısırın ekili oldukları kabullenilmiştir. Önceki ürünün hasadının yazın yapılarak tarlanın ilkbahara kadar nadasa bırakıldığı ya da önceki ürünün hasadının sonbaharda yapılarak tarlanın ilkbahara kadar nadasa bırakıldığı varsayılarak bunlar yaz nadası ve sonbahar nadası olarak adlandırılmışlardır. Böylece iklimsel etki de göz önüne alınmıştır.

Seçilen alet ve makinelerin çalışmalarından sonra tarla yüzeyinde bıraktıkları yüzey artık oranları ile ele alınan alet ve makinelerin simgeleri Çizelge 1' de verilmiştir (Shelton ve ark. 1996). Hesaplamalar sırasında yüzey artıklarına ilişkin ortalama değerler dikkate alınmıştır. Tarla yüzeyinde kalan yüzey artık miktarlarının belirlenmesinde ise aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır.

$$\begin{aligned} YAO &= X \cdot Y \cdot Z \cdot N \\ ÖYM &= V \cdot ÖYDO \\ YAM &= YAO \cdot ÖYM \end{aligned}$$

Eşitliklerde;

- YAO: tarla yüzeyinde kalan yüzey artık oranı (%),  
X: birincil toprak işleme aletiyle çalışmadan sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artık oranı (%),

Y: ikincil toprak işleme aletiyle çalışmadan sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artık oranı (%),

Z: ekim makinesiyle çalışmadan sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artık oranı (%),

N: yaz veya sonbahar nadaslarından sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artık oranı (%),

ÖYM: önceki ürünün hasadından sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artık miktarı (kg/ha),

V: önceki ürünün dane verimi (kg/ha),

ÖYDO: önceki ürünün yüzey artığı / dane oranı (kg/kg),

YAM: önceki ürüne ve seçilen koşullara bağlı olarak tarla yüzeyinde kalan yüzey artık miktarı (kg/ha) dir (Krall ve ark. 1986, Hill ve ark. 1994, Shelton ve ark. 1996).

Önceki ürünün hasadından sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artık miktarının bulunmasında buğday için dane veriminin ortalama olarak 2500 kg/ha ve mısır için ise 6600 kg/ha olduğu kabullenilmiştir (Şelli ve ark. 1997). Yüzey artığı/dane oranları, buğdayda 1,35 kg/kg ve mısırdaki ise 0,88 kg/kg olarak alınmıştır (Krall ve ark. 1986).

Hesaplamalar sonucunda bulunan yüzey artık miktarlarının su veya rüzgar erozyonuna karşı koruyucu etkilerinin belirlenmesinde karşılaştırma değeri olarak Çizelge 2 ve 3' de verilen yüzey artığı miktarlarından yararlanılmıştır.

#### Bulgular ve Tartışma

Buğday ve mısırdaki su erozyonunun önlenmesiyle ilgili araştırma sonuçları Çizelge 4 ve Çizelge 5' de, rüzgar erozyonunun önlenmesiyle ilgili sonuçlar ise Çizelge 6 ve Çizelge 7' de verilmiştir.

Ele alınan tüm ürünler ve seçilen setlerin tamamında kulaklı ve diskli pullukla oluşturulan setlerle çalışma sonucunda hem su hem de rüzgar erozyonuna karşı erozyon kontrolünde gerekli olan yüzey artık miktarından daha düşük miktarlarda yüzey artığı elde edilmiştir. Bu nedenle kulaklı ve diskli pulluklarla oluşturulan setlerin erozyonun önlenmesinde yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak mısırdaki hafif ve % 0 - 8 eğimli topraklarda su erozyonunun önlenmesinde sonbahar anızında diskli pullukla oluşturulan bazı setlerde yeterli miktarda yüzey artığı elde edilmiştir (Çizelge 5). Bunun başlıca nedeni önceki ürün olarak seçilen mısırın yüzey artık miktarının (5808 kg/ha), buğdayın yüzey artık miktarından (3380 kg/ha) daha fazla olmasıdır. Buna göre, önceki ürün olarak seçilen bitkinin yüzey artık miktarı ne kadar fazlaysa erozyonun önlenmesinde de o oranda daha başarılı olunacağı söylenebilir.

Her toprak koşulu için oluşturulan setler arasında en düşük ve en yüksek yüzey artık miktarlarına sahip olan setler belirlenmiştir (Çizelge 4, 5, 6 ve 7). Aşağıda söz edilecek olan simgelerin anlamları Çizelge 1, 2 ve 3' de verilmiştir. Buna göre su erozyonunun önlenmesinde önceki ürünün buğday olduğu (a) tipi toprak koşullarında en düşük yüzey artık miktarı 560 kg/ha, önceki ürünün mısır olduğu koşullarda ise 565 kg/ha olarak bulunmuştur. Bu değerler sırasıyla buğdayda DAP+KİSW+KÇA/DGDK (YN), mısırdaki ise DP+TDİ+KTD/DDK (SN) setleriyle çalışma sonucunda elde edilmiştir (a) tipi toprak koşullarında önceki ürünün buğday olması halinde en

Çizelge 1. Seçilen alet ve makinalarla çalışmadan sonra tarla yüzeyinde kalan yüzey artıkları (Shelton ve ark. 1996)

Birincil toprak işleme aletleri		İkincil toprak işleme alet - makinaları		Ekim makinaları	
Tip	Yüzey artıkları oranı (%)	Tip	Yüzey artıkları oranı (%)	Tip	Yüzey artıkları oranı (%)
Kulaklı pulluk (KP)	0 - 10	Diskli tırmık (Dİ)	40 - 70	Klasik (çapa tipi gömücü ayaklı) (KÇA)	50 - 80
Diskli pulluk (DP)	10 - 20	Kültüvatör (kazayağı uç demirli) (KİK)	60 - 70	Klasik (tek diskli gömücü ayaklı) (KTD)	85 - 95
Dipkazan (DK)	60 - 80	Kültüvatör (uzun kanatlı kazayağı uç demirli) (KİSW)	80 - 90	Klasik (çift diskli gömücü ayaklı) (KÇD)	80 - 95
Çizel (düz uç demirli) (ÇD)	35 - 75	Rototiller (Rİ)	40 - 60	Direkt ekim makinası (düz keski demirli) (DDK)	85 - 95
Çizel (uzun kanatlı kazayağı uç demirli) (ÇSW)	70 - 85	Dişli tırmık (TDİ)	70 - 90	Direkt ekim makinası (dar dalgalı keski demirli) (DDDK)	80 - 85
Diskli anız bozma pulluğu (DAP)	25 - 50	Yaylı tırmık (TY)	75 - 90	Direkt ekim makinası (geniş dalgalı keski demirli) (DGDK)	50 - 80
Ağır kültüvatör (kazayağı uç demirli) (KK)	35 - 60	-	-	-	-
Ağır kültüvatör (uzun kanatlı kazayağı uç demirli) (KSW)	60 - 80	-	-	-	-
Yaz nadası (YN)			70 - 90		
Sonbahar nadası (SN)			80 - 100		

Çizelge 2. Çeşitli toprak tipleri ve eğim dereceleri için su erozyonunun önlenmesinde gerekli olan yüzey artıkları miktarları (Kral ve ark. 1986)

Toprak tipi	Eğim (%)	Yüzey artıkları miktarı (kg/ha)
Kum	0 - 8	560 - 784 (a)
humuslu kum	8 - 15	784 - 1344 (b)
kumlu humus	15 - 25	1344 - 1960 (c)
Humus, kumlu killi	0 - 8	840 - 1120 (d)
humus, siltli humus	8 - 15	1120 - 1680 (e)
siltli killi humus, silt	15 - 25	1680 - 2520 (f)

Çizelge 3. Çeşitli toprak tipleri için rüzgar erozyonunun önlenmesinde gerekli olan yüzey artıkları miktarları (Kral ve ark. 1986) -

Toprak tipi	Yüzey artıkları miktarı (kg/ha)
Kum	1680 (p)
Humuslu kum	1400 (o)
Kumlu humus	1120 (n)
Kireçli kil	1120 (n)
Humus ve kumlu killi humus	896 (m)
Siltli humus ve killi humus	784 (k)
Silt ve siltli killi humus	672 (i)

yüksek 781 kg/ha, mısır olması halinde ise 784 kg/ha yüzey artığı hesaplanmıştır. Bunlar sırasıyla buğdayda DK/KSW+Rİ+DDDK (YN), mısırdaki ise DAP+Rİ+KTD/DDK (YN) setleriyle çalışma sonucunda bulunmuştur. (b) tipi toprak koşullarında en düşük yüzey artıkları miktarları sırasıyla buğdayda 798 kg/ha ve mısırdaki 789 kg/ha olarak hesaplanmıştır. Bunlar buğdayda ÇD+KİK+DDDK (YN), KK+KİSW+KÇA/DGDK (SN), ÇD+TY+KÇA/DGDK (YN) setlerinden; mısırdaki ise KK+Dİ+KÇA/DGDK (YN) setlerinden bulunmuştur. (b) tipi toprak koşullarında buğdayda en yüksek 1324 kg/ha, mısırdaki 1342 kg/ha yüzey artıkları elde edilmiştir. Bu değerlere buğdayda DK/KSW+KİSW+DDDK (YN), mısırdaki ise DK/KSW+Rİ+DDDK (YN) setleriyle çalışmayla ulaşılmıştır. (c) tipi toprak koşullarında buğdayda 1448 kg/ha, mısırdaki ise 1370 kg/ha'lık en düşük yüzey artıkları hesaplanmıştır. Bu değerlere buğdayda DK/KSW+KİSW+KTD/DDK (YN)

ve mısırdaki ise ÇD+KİK+DDDK (YN) ile ÇD+TY+KÇA/DGDK (YN) setleriyle çalışma sonucunda ulaşılmıştır. (d) tipi toprak koşullarında önceki ürünün buğday olması halinde en düşük 845 kg/ha, mısır olması halinde ise 858 kg/ha yüzey artığı elde edilmiştir. Söz konusu değerler sırasıyla buğdayda KK+KİK+KTD/DDK (SN), mısırdaki ise DAP+Rİ+KÇD (SN) setleriyle çalışmadan bulunmuştur. (c) tipi toprak koşullarında buğdayda en yüksek 1804 kg/ha, mısırdaki 1957 kg/ha; (d) tipi toprak koşullarında buğdayda en yüksek 1107 kg/ha ve mısırdaki ise 1118 kg/ha yüzey artığı elde edilmiştir. Bunlar sırasıyla buğdayda ÇSW+KİSW+KTD/DDK (SN) ve mısırdaki ÇD+TY+DDDK (SN); buğdayda DK/KSW+KİK+KTD/DDK (YN) ve DK/KSW+TDİ+KÇA/DGDK (SN); mısırdaki ise ÇD+Rİ+KÇD (YN) setleriyle çalışma sonucunda bulunmuşlardır. (e) tipi toprak koşulunda buğdayda en düşük 1124 kg/ha, mısırdaki 1163 kg/ha yüzey artığı hesaplanmıştır. Bunlar; buğdayda ÇSW+KİK+DDDK (YN) ve ÇSW+TY+KÇA/DGDK (YN) setleriyle, mısırdaki ise KİK+Dİ+DDDK (SN) setiyle çalışmadan elde edilmiştir. (f) tipi toprak koşullarında ise buğdayda en düşük 1697 kg/ha, mısırdaki 1682 kg/ha yüzey artıkları hesaplanmıştır. Bu değerlere buğdayda ÇSW+TDİ+KTD/DDK (SN) ve mısırdaki ise ÇD+KİK+KTD/DDK (SN) setleriyle çalışma sonucunda ulaşılmıştır. (e) tipi toprak koşullarında buğdayda en yüksek 1629 kg/ha, mısırdaki 1660 kg/ha ve (f) tipi toprak koşullarında ise buğdayda en yüksek 1804 kg/ha, mısırdaki 3099 kg/ha'lık yüzey artıkları hesaplanmıştır. Bu değerlere sırasıyla buğdayda DK/KSW+KİSW+KTD/DDK (SN), mısırdaki DK/KSW+Dİ+DDDK (SN); buğdayda ÇSW+KİSW+KTD/DDK (SN) ve mısırdaki ÇSW+KİSW+KTD/DDK (SN) setleriyle çalışma sonucunda ulaşılmıştır.

Rüzgar erozyonunun önlenmesinde (i) tipi toprak koşullarında buğdayda en düşük 675 kg/ha, en yüksek 781 kg/ha; mısırdaki ise en düşük 701 kg/ha, en yüksek 762 kg/ha yüzey artığı elde edilmiştir. Bu değerler buğdayda ÇD+Dİ+DDDK (YN) ve DK/KSW+Rİ+DDDK (YN) setlerinden; mısırdaki ise DAP+Dİ+KÇA/DGDK (SN) ve DAP+Rİ+KÇD (YN) setlerinden bulunmuştur. (k) tipi toprak koşullarında buğdayda en düşük 798 kg/ha, en yüksek 885 kg/ha ve mısırdaki ise en düşük 784 kg/ha, en yüksek

888 kg/ha yüzey artığı hesaplanmıştır. Söz konusu yüzey artık miktarları buğdayda ÇD+KİK+DDDK (YN), ÇD+TY+KÇA/DGDK (YN), KK+KİSW+KÇA/DGDK (SN), ÇSW+KİK+KÇA/DGDK (YN) setlerinden mısırdaki ise DAP+Rİ+KTD/DDK (YN) ile KK+Dİ+KÇA/DGDK (SN)

setlerinden belirlenmiştir (m) tipi toprak koşullarında buğdayda en düşük 897 kg/ha, en yüksek 1107 kg/ha; mısırdaki en düşük 906 kg/ha, en yüksek 1117 kg/ha yüzey artık miktarı bulunmuştur.

Çizelge 4. Önceki ürünün buğday olduğu tarla koşullarında su erozyonunun önlenmesi için hesaplanan yüzey artık miktarları (kg/ha)\*

Birincil toprak işleme aleti	İkincil toprak işleme aleti	Nadas tipi							
		Yaz nadaslı				Sonbahar nadaslı			
		Ekim makinası tipi				Ekim makinası tipi			
KÇA / DGDK	KTD / DDK	KÇD	DDDK	KÇA / DGDK	KTD / DDK	KÇD	DDDK		
KP	Dİ	48	67	65	61	54	75	73	69
DP		145	201	195	184	163	226	220	207
DK / KSW		677a**	937bd	911bd	859bd	761a	1054bd	1025bd	966bd
ÇD		532***	736a	716a	675a	598a	828b	805b	759a
ÇSW		749a	1037bd	1009bd	951bd	843bd	1167be	1135be	1070bd
DAP		363	502	489	460	408	565a	549	518
KK		459	636a	618a	583a	517	715a	695a	656a
KP	KİK	57	79	77	73	64	89	87	82
DP		171	237	231	218	193	267	260	245
DK / KSW		800b	1107bd	1077bd	1015bd	900bd	1246be	1211be	1142be
ÇD		628a	870bd	846bd	798b	707a	979bd	952bd	897bd
ÇSW		885bd	1226be	1192be	1124be	996bd	1379ce	1341be	1264be
DAP		428	593a	577a	544	482	667a	649a	612a
KK		543	751a	731a	689a	610a	845bd	822b	775a
KP	KİSW	57	79	101	95	64	89	113	107
DP		171	237	302	284	193	267	339	320
DK / KSW		1046bd	1448ce	1408ce	1327be	1176be	1629ce	1584ce	1493ce
ÇD		822b	1138be	1106bd	1043bd	924bd	1280be	1244be	1173be
ÇSW		1156be	1603ce	1559ce	1470ce	1303be	1804cf	1753c	1653ce
DAP		560a	776a	754a	711a	630a	873bd	848bd	800b
KK		710a	983bd	955bd	901bd	798b	1105bd	1075bd	1013bd
KP	Rİ	44	61	59	56	49	68	67	63
DP		132	183	177	167	148	205	200	188
DK / KSW		615a	852bd	828b	781a	692a	958bd	932bd	878bd
ÇD		483	669a	651a	613a	544	753a	732a	690a
ÇSW		681a	943bd	917bd	864bd	766a	1061bd	1031bd	972bd
DAP		330	456	444	418	371	513	499	471
KK		417	578a	562a	530	470	650a	632a	596a
KP	TDİ	70	97	95	89	79	110	107	100
DP		211	292	284	268	237	329	319	301
DK / KSW		984bd	1363ce	1325e	1249be	1107bd	1533ce	1491ce	1405ce
ÇD		773a	1071bd	1041bd	982bd	870bd	1205be	1171be	1104bd
ÇSW		1090bd	1509ce	1467c	1383ce	1226be	1697cf	1650ce	1556ce
DAP		527	730a	710a	669a	593a	821b	799b	753a
KK		668a	925bd	899bd	848bd	751a	1040bd	1011bd	954bd
KP	TY	73	100	98	92	82	113	110	104
DP		218	301	293	276	245	339	329	311
DK / KSW		1015bd	1405ce	1366ce	1288be	1142be	1581ce	1537ce	1449ce
ÇD		798b	1104bd	1074bd	1012bd	897bd	1242be	1208be	1139be
ÇSW		1124be	1556ce	1513ce	1426ce	1264be	1750cf	1702cf	1605ce
DAP		544	753a	732a	690a	612a	847bd	823b	776a
KK		689a	954bd	927bd	874bd	775a	1073bd	1043bd	983bd

\* Alet – makinalara ve toprak koşullarına ilişkin simgelerin anlamları sırasıyla Çizelge 1 ve 2' de verilmiştir.

\*\* Her alet – makina setinden elde edilen yüzey artık miktarı hangi toprak koşulunda erozyonun önlenmesi için gerekli olan yüzey artık miktarlarının alt ve üst sınırları arasına giriyorsa o gruba dahil edilmiştir. Örneğin; 677 kg/ha'lık yüzey artık miktarı (a) tipi toprak koşulunda erozyonun önlenmesi için gerekli olan 560 – 784 kg/ha sınırları arasında kaldığından (a) tipi toprak koşuluna girmiştir. Ancak bazı setlerden hesaplanan yüzey artık miktarları, birden fazla toprak koşulunda erozyonun önlenmesinde yeterli olduklarından bunlar ise bd, ce gibi simgelerle gösterilmiştir.

\*\*\* Erozyonun önlenmesi için gerekli olan en düşük yüzey artık miktarından daha az yüzey artık miktarının hesaplandığı setlerin yüzey artık miktarları, diğerlerinden farklı olarak italik yazı karakteriyle gösterilmiştir.

Çizelge 5. Önceki ürünün mısır olduğu tarla koşullarında su erozyonunun önlenmesi için hesaplanan yüzey artık miktarları (kg/ha)\*

Birincil toprak işleme aleti	İkincil toprak işleme aleti	Nadas tipi							
		Yaz nadaslı				Sonbahar nadaslı			
		Ekim makinası tipi				Ekim makinası tipi			
		KÇA / DGDK	KTD / DDK	KÇD	DDDK	KÇA / DGDK	KTD / DDK	KÇD	DDDK
KP	Dİ	83	115	112	105	93	129	126	119
DP		249	345	335	316	280	388	377	356
DK / KSW		1163be	1610ce	1565ce	1476ce	1308be	1811cf	1761cf	1660ce
ÇD		914bd	1265be	1230be	1160be	1028bd	1423ce	1384ce	1305be
ÇSW		1287be	1782ce	1733cf	1634ce	1448ce	2005f	1950cf	1838cf
DAP		623a	862bd	839b	791b	701a	970bd	944bd	889bd
KK		789b	1092bd	1062bd	1001bd	888bd	1229be	1195be	1127be
KP	KİK	98	136	132	125	110	153	149	140
DP		294	408	396	374	331	459	446	420
DK / KSW		1374ce	1903cf	1850cf	1744cf	1546ce	2141f	2081f	1962f
ÇD		1080bd	1495ce	1453ce	1370ce	1215be	1682cf	1635ce	1542ce
ÇSW		1521ce	2107f	2048f	1931cf	1712cf	2370f	2304f	2172f
DAP		736a	1019bd	991bd	934bd	828b	1147be	1115b	1051bd
KK		932bd	1291be	1255be	1184be	1049bd	1453ce	1412ce	1331be
KP	KİSW	128	178	173	163	144	200	194	183
DP		385	533	518	489	433	600a	583a	550
DK / KSW		1797cf	2488f	2419f	2281f	2022f	2799f	2721f	2566f
ÇD		1412ce	1955cf	1901cf	1792cf	1588ce	2199f	2138f	2016f
ÇSW		1990f	2755f	2678f	2525f	2238f	3099f	3013f	2841f
DAP		963bd	1333be	1296be	1222be	1083bd	1500ce	1458ce	1375ce
KK		1219be	1688cf	1641ce	1548ce	1372ce	1899cf	1847cf	1741cf
KP	Rİ	76	105	102	96	85	118	114	108
DP		227	314	305	287	255	353	343	323
DK / KSW		1057bd	1464ce	1423ce	1342be	1189be	1647ce	1601ce	1509ce
ÇD		831b	1150be	1118bd	1054bd	934bd	1294be	1258be	1186be
ÇSW		1170be	1620ce	1575ce	1485ce	1317be	1823cf	1772cf	1671ce
DAP		566a	784a	762a	719a	637a	882bd	858bd	809b
KK		717a	993bd	966bd	910bd	807b	1117bd	1086bd	1024bd
KP	TDİ	121	168	163	153	136	188	183	172
DP		362	501	488	460	408	565a	549	517
DK / KSW		1619ce	2342f	2277f	2147f	1903cf	2635f	2561f	2415f
ÇD		1329be	1840cf	1789cf	1687cf	1495ce	2070f	2012f	1897cf
ÇSW		1873cf	2593f	2521f	2377f	2107f	2917f	2836f	2674f
DAP		906bd	1255be	1220be	1150be	1019b	1411ce	1372ce	1294be
KK		1148be	1589ce	1545ce	1457ce	1291be	1788cf	1738cf	1639ce
KP	TY	125	172	168	158	140	194	189	179
DP		374	517	503	474	420	582a	566a	534
DK / KSW		1744cf	2415f	2348f	2214f	1962f	2717f	2641f	2490f
ÇD		1370ce	1897cf	1845cf	1739cf	1542ce	2135f	2075f	1957cf
ÇSW		1931cf	2674f	2599f	2451f	2172f	3008f	2924f	2757f
DAP		934bd	1294be	1258be	1186be	1051bd	1455ce	1415ce	1334be
KK		1184be	1639ce	1593ce	1502ce	1331be	1844cf	1792cf	1690cf

\* Simgelerin anlamları Çizelge 1 ve 2' de, gerekli açıklamalar ise Çizelge 4' de verilmiştir.

Çizelge 6. Önceki ürünün buğday olduğu tarla koşullarında rüzgar erozyonunun önlenmesi için hesaplanan yüzey artık miktarları (kg/ha)\*

Birincil toprak işleme aleti	İkincil toprak işleme aleti	Nadas tipi							
		Yaz nadası				Sonbahar nadası			
		Ekim makinası tipi				Ekim makinası tipi			
		KÇA / DGDK	KTD / DDK	KÇD	DDDK	KÇA / DGDK	KTD / DDK	KÇD	DDDK
KP	Dİ	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		677i	937m	911m	859k	761i	1054m	1025m	966m
ÇD		-	736i	716i	675i	-	828k	805k	759i
ÇSW		749i	1037m	1009m	951m	843k	1167n	1135n	1070m
DAP		-	-	-	-	-	-	-	-
KK		-	-	-	-	-	715i	695i	-
KP	KİK	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		800k	1107m	1077m	1015m	900m	1246n	1211n	1142n
ÇD		-	870k	846k	798k	707i	979m	952m	897m
ÇSW		885k	1226n	1192n	1124n	996m	1379n	1341n	1264n
DAP		-	-	-	-	-	-	-	-
KK		-	751i	731i	689i	-	845k	822k	775i
KP	KİSW	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		1046m	1448o	1408o	1327n	1176n	1629o	1584o	1493o
ÇD		822k	1138n	1106m	1043m	924m	1280n	1244n	1173n
ÇSW		1158n	1603o	1559o	1470o	1303n	1804p	1753p	1653o
DAP		-	776i	754i	711i	-	873k	848k	800k
KK		710i	983m	955m	901m	798k	1105m	1075m	1013m
KP	Rİ	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		-	852k	828k	781i	692i	958m	932m	878k
ÇD		-	-	-	-	-	753i	732i	690i
ÇSW		681i	943m	917m	864k	766i	1061m	1031m	972m
DAP		-	-	-	-	-	-	-	-
KK		-	-	-	-	-	-	-	-
KP	TDİ	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		984m	1363n	1325n	1249n	1107m	1533o	1491o	1405o
ÇD		773i	1071m	1041m	982m	870k	1205n	1171n	1104m
ÇSW		1090m	1509o	1467o	1383n	1226n	1697p	1650o	1556o
DAP		-	730i	710i	-	-	821k	799k	753i
KK		-	925m	899m	848k	751i	1040m	1011m	954m
KP	TY	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		1015m	1405o	1366n	1288n	1142n	1581o	1537o	1449o
ÇD		798k	1104m	1074m	1012m	897m	1242n	1208n	1139n
ÇSW		1124n	1556o	1513o	1426o	1264n	1750p	1702p	1605o
DAP		-	753i	732i	690i	-	847k	823k	776i
KK		689i	954m	927m	874k	775i	1073m	1043m	983m

\* Simgelerin anlamları Çizelge 1 ve 3' de verilmiştir.

Çizelge 7. Önceki ürünün mısır olduğu tarla koşullarında rüzgar erozyonunun önlenmesi için hesaplanan yüzey artık miktarları (kg/ha)\*

Birincil toprak işleme aleti	İkincil toprak işleme aleti	Nadas tipi							
		Yaz nadası				Sonbahar nadası			
		Ekim makinası tipi				Ekim makinası tipi			
		KÇA / DGDK	KTD / DDK	KÇD	DDDK	KÇA / DGDK	KTD / DDK	KÇD	DDDK
KP	Dİ	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		1163n	1610 o	1565o	1476o	1308n	1811p	1761p	1660o
ÇD		914m	1265 n	1230n	1160n	1028m	1423o	1384n	1305n
ÇSW		1287n	1782 p	1733p	1634o	1448o	2005p	1950p	1838p
DAP		-	862 k	839k	791k	701i	970m	944m	889k
KK		789k	1092 m	1062m	1001m	888k	1229n	1195n	1127n
KP	KİK	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		1374n	1903 p	1850p	1744p	1546o	2141p	2081p	1962p
ÇD		1080m	1495 o	1453o	1370n	1215n	1682p	1635o	1542o
ÇSW		1521o	2107 p	2048p	1931p	1712p	2370p	2304p	2172p
DAP		736i	1019 m	991m	934m	828k	1147n	1115m	1051m
KK		832m	1291n	1255n	1184n	1049m	1453o	1412o	1331n
KP	KİSW	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		1797p	2488p	2419p	2281p	2022p	2799p	2721p	2566p
ÇD		1412o	1955p	1901p	1792p	1588o	2199p	2138p	2016p
ÇSW		1990p	2755p	2678p	2525p	2238p	3099p	3013p	2841p
DAP		963m	1333n	1296n	1222n	1083m	1500o	1458o	1375n
KK		1219n	1688p	1641o	1548o	1372n	1899p	1847p	1741p
KP	Rİ	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		1057m	1464o	1423o	1342n	1189n	1647o	1601o	1509o
ÇD		831k	1150n	1118m	1054m	934m	1294n	1258n	1186n
ÇSW		1170n	1620o	1575o	1485o	1317n	1823p	1772p	1671o
DAP		-	784k	762i	719i	-	882k	858k	809k
KK		717i	993m	966m	910m	807k	1117m	1086m	1024m
KP	TDİ	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		1619o	2342p	2277p	2147p	1903p	2635p	2561p	2415p
ÇD		1329n	1840p	1789p	1687p	1495o	2070p	2012p	1897p
ÇSW		1873p	2593p	2521p	2377p	2107p	2917p	2836p	2674p
DAP		906m	1255n	1220n	1150n	1019m	1411o	1372n	1294n
KK		1148n	1589o	1545o	1457o	1291n	1788p	1738p	1639o
KP	TY	-	-	-	-	-	-	-	-
DP		-	-	-	-	-	-	-	-
DK / KSW		1744p	2415p	2348p	2214p	1962p	2717p	2641p	2490p
ÇD		1370n	1897p	1845p	1739p	1542o	2135p	2075p	1957p
ÇSW		1931p	2674p	2599p	2451p	2172p	3008p	2924p	2757p
DAP		934m	1294n	1258n	1186n	1051m	1455o	1415o	1334n
KK		1184n	1639o	1593o	1502o	1331n	1844p	1792p	1690p

\* Simgelerin anlamları Çizelge 1 ve 3' de verilmiştir.

Buğdayda en düşük yüzey artık miktarına ÇD+KİK+DDDK (SN), ÇD+TY+KÇA/DGDK (SN) setleriyle; en yüksek yüzey artık miktarına DK /KSW+KİK+KTD/DDK (YN) ve DK/KSW+TDİ+KÇA/DGDK (SN) setleriyle çalışma sonucunda ulaşılmıştır. Mısırdaki ise bu değerler DAP+TDİ+KÇA/DGDK (YN) ile KK+Rİ+KTD/DDK (SN) setlerinden elde edilmiştir. (n) tipi toprak koşullarında buğdayda en düşük yüzey artık miktarı 1124 kg/ha, mısırdaki bu değer 1127 kg/ha olarak hesaplanmıştır.

Bunlar, ÇSW+KİK+DDDK (YN), ÇSW+TY+KÇA/DGDK (YN); mısırdaki ise KK+Dİ+DDDK (SN) setlerine ait sonuçlardır. (n) tipi toprak koşullarında buğdayda 1383 kg/ha, mısırdaki 1384 kg/ha olan en yüksek yüzey artık miktarları sırasıyla ÇSW+TDİ+DDDK (YN) ve ÇD+Dİ+KÇD (SN) setlerinden elde edilmiştir. (o) tipi toprak koşullarında buğdayda en düşük 1405 kg/ha, en yüksek 1653 kg/ha; mısırdaki en düşük 1411 kg/ha, en yüksek ise 1671 kg/ha yüzey artığı hesaplanmıştır.

Bu değerler buğdayda DK/KSW+TDI+DDDK (SN), DK/KSW+TY+KTD/DDK (YN), ÇSW+KISW+DDDK (SN) setlerinden, mısırdaki ise DAP+TDI+KTD/DDK (SN) ile ÇSW + Rİ + DDDK (SN) setleriyle çalışma sonucunda bulunmuşlardır. (p) tipi toprak koşullarında buğdayda en düşük 1697 kg/ha, mısırdaki en düşük 1682 kg/ha; buğdayda en yüksek 1804 kg/ha ve mısırdaki en yüksek 3099 kg/ha yüzey artık miktarı hesaplanmıştır. Bu değerlerden en düşük yüzey artık miktarları buğdayda ÇSW+TDI+KTD/DDK (SN), mısırdaki ÇD+KIK+KTD/DDK (SN) setlerinden bulunmuştur. (p) tipi toprak koşullarında en yüksek yüzey artık miktarları ise buğdayda ÇSW+KISW+KTD/DDK (SN), mısırdaki ise ÇSW+KISW+KTD/DDK (SN) setlerinden belirlenmiştir.

Buraya kadar söz edilen setlerden elde edilen en küçük ve en büyük yüzey artık miktarları karşılaştırıldığında bazı genellemelere ulaşılabilir. Buna göre su ve rüzgar erozyonunun önlenmesinde en düşük yüzey artık miktarlarının çoğunlukla (DAP/ÇD) + (DI/KIK/TDI/TY/KISW) + (KÇA/DGDK/DDDK) setleriyle çalışma sonucunda elde edildiği yorumu yapılabilir. En yüksek yüzey artık miktarları ise genellikle (ÇSW/DK/KSW)+(KISW/DI)+(KTD/DDK/DDDK) setleriyle çalışma sonucunda bulunmuştur. Ancak ele alınan koşullar için en düşük ve en yüksek değerler arasında yüzey artığı sağlayan alet – makina setlerinin de olduğu göz önüne alınmalıdır. Bu setler arasından mevcut alet – makina varlığına ve işletme karakteristiklerine göre en uygun setler seçilebilir.

### Sonuç

Araştırma sonucunda; birincil toprak işleme aletleri arasında en yüksek yüzey artık miktarının uzun kanatlı kazayağı uç demirli çizelin, daha sonra ise sırasıyla uzun kanatlı kazayağı uç demirli ağır kültüvatör, dipkazan, düz uç demirli çizel, kazayağı uç demirli ağır kültüvatör, diski anız bozma pulluğu, diski pulluk ve son olarak da kulaklı pulluğun yer aldığı setlerden elde edildiği anlaşılmaktadır. İkincil toprak işleme aletleri yüzey artık miktarlarına göre sıralandıklarında ise ilk sırada uzun kanatlı kazayağı uç demirli hafif kültüvatör gelmekte olup daha sonra bunu sırasıyla yaylı tırmık, dişli tırmık, kazayağı uç demirli hafif kültüvatör, diski tırmık ve rototiller izlemektedir. Klasik ekim makinelerinin yer aldıkları setler yüzey artık miktarları açısından karşılaştırıldıklarında tek diski gömücü ayaklıda en yüksek, çift diski gömücü ayaklıda orta derecede ve çapa tipi gömücü ayaklıda ise en düşük değerlere ulaşılmaktadır. Direkt ekim makineleri arasında ise aynı kriter göz önüne alındığında düz keski demirli en yüksek, dar dalgalı keski demirli orta ve geniş dalgalı keski demirli ise en düşük değerler elde edildiği anlaşılmaktadır. Sonbahar nadaslı tiplerdeki yüzey artık miktarları yaz nadaslı tiplerdekine göre daha yüksektir.

Sonuç olarak tüm setler arasında su ve rüzgar erozyonu açısından en uygun ya da tarla yüzeyinde en çok yüzey artığının kaldığı setin sonbahar nadaslı koşullarda birincil toprak işleme aleti olarak uzun kanatlı kazayağı uç demirli çizelin, ikincil toprak işleme aleti olarak uzun kanatlı kazayağı uç demirli hafif kültüvatörün ve ekim makinası olarak ise düz keski demirli direkt ekim

makinasının yer aldığı setin olduğu anlaşılmaktadır. Aslında aynı sette klasik tek diski gömücü ayaklı ekim makinasıyla da benzer sonuca ulaşılabilir. Ancak klasik ekim makinelerinin koruyucu tarımda özellikle yüzey artık miktarlarının fazla olduğu koşullarda kullanılmaları durumunda birtakım yapısal değişikliklere gereksinim duyduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle düz keski demirli direkt ekim makinası daha uygun bulunmuştur. Söz konusu setlerle çalışmadan sonra buğdayda 1804 kg/ha, mısırdaki ise 3099 kg/ha yüzey artığı elde edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bunlar en yüksek değerlerdir. Yüzey artık miktarları açısından en düşük değerler ise yaz nadaslı koşullarda KP + Rİ + KÇA/DGDK setlerinden elde edilmiştir. Bu koşulda buğdayda 44 kg/ha, mısırdaki ise 76 kg/ha yüzey artığı hesaplanmıştır.

### Kaynaklar

- Akalan, İ. 1974. Toprak ve Su Muhafazası. Ankara Univ. Ziraat Fak. Yayınları: 532, Ders Kitabı: 177, 408 sayfa, Ankara.
- Dickey, E. C., D. P. Shelton and P. J. Jasa, 1986. Residue Management for Soil Erosion Control. G81- 544 - A, Univ. of Nebraska, Nebraska.
- Hill, P. R., K. J. Eck and J. R. Wilcox, 1994. Managing Crop Residue With Farm Equipment. AY - 280, Purdue Univ. Cooperative Extension Service, Indiana.
- Krall, J., E. Cross and C. Hogelin, 1986. Residue Management to Control Wind and Water Erosion. Sm - 50.wy, Cooperative Extension Service Univ. of Wyoming College of Agriculture, Wyoming.
- McCarthy, J. R., D. L. Pfost and H. D. Currence, 1993. Conservation Tillage and Residue Management to Reduce Soil Erosion. Agricultural Publication G1650, Univ. of Missouri, Published by University Extension, Univ. of Missouri-Columbia.
- Miller, G. 1999. Use Crop Residues for Soil Conservation. Department of Agronomy, Soil Fertility, Published by the Iowa State University, Ames Iowa.
- Sayın, S. 1989. Çeşitli Yönleriyle Anızların Yakılması. T.C. Ankara Araş. Ens. Müd., Genel Yayın No: 185, Teknik Yayın No: 54, Ankara.
- Shelton, D. P., J. A. Smith, P. J. Jasa and R. Kañable, 1996. Estimating Percent Residue Cover Using the Calculation Method. Univ. of Nebraska, Nebraska.
- Şelli, F., A. Kızıl ve S. Hacıbeyoğlu, 1997. GAP Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Tarımsal Ürünlerin 1997 Yılı Üretim Girdi ve Maliyetleri. T.C. Şanlıurfa Araş. Enst. Müd., Genel Yayın No: 225, Teknik Yayın No: 25, Şanlıurfa.