

Hasat Sonrası Dönemin ve Anız Yakmanın Toprak Penetrasyonu ve Nem İçeriği Değişimine Etkisi

Tayfun KORUCU¹, Selçuk ARSLAN¹, Hüseyin DİKİCİ², Çağatay TANRIVERDİ³

¹K.S.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Kahramanmaraş

²K.S.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Kahramanmaraş

³K.S.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Kahramanmaraş
tkorucu@ksu.edu.tr

Özet: Bu çalışmanın amacı; toprak nem içeriği ve toprak sıkışıklığı değişimini hasat sonrası dönem ve anız yakmadan sonra, zaman ve derinliğe bağlı olarak belirlemektir. Bu amaçla, 20x20 m ölçülerinde 25 parselden oluşan bir deneme alanında hasat ile ikinci ürün için toprak işlemeye kadar geçen 11 gün süresince her gün ölçümler yapılmıştır. Penetrasyon direnci, 30 cm derinliğe kadar 3.5 cm aralıkla belirlenmiş, nem içeriği ölçümleri ise 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinlikler için yapılmıştır. Anız 5. günde yakılmış, aynı gün anız yakmadan önce ve anız yakıldıktan hemen sonra olmak üzere iki kez örnek alınmıştır. Birinci ürün hasadı sonrası, 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinlikler için ortalama nem içeriği sırasıyla % 18, % 18.1 ve % 21.9 iken 11. günde sırasıyla % 6.9, % 20.3 ve % 19.9 bulunmuştur. Bu derinliklerde ortalama penetrasyon direnci birinci günde sırasıyla 0.7, 1.5 ve 1.8 MPa iken 11. günde 1.0, 2.0 ve 2.7 MPa olmuştur. Eşli t-testi sonuçlarına göre, her üç derinlikte 1. gün ve 11. gün arasında ortalama nem içerikleri ve penetrasyon direnci değerleri %1 önem seviyesinde farklı bulunmuştur. Ancak anız yakma öncesi ve sonrasında ortalama nem içeriğinde sadece 20-30 cm derinlikte % 5 önem seviyesinde, ortalama penetrasyon direncinde ise 10-20 ve 20-30 cm derinliklerde % 1 önem seviyesinde farklı olduğu görülmüştür. Buna göre, anız yakma, üst katmanlarda ortalama nem içeriğini etkilememiştir. Yanma sonucu üst katmanda buharlaşmayla kaybolan nem, alt katmanlardan nemin yukarıya hareketi sonucu değişmemiş, nem kaybı sadece 24 saat için 0-10 cm derinlikte durmuş, takip eden günlerde aynı oranda azalmaya devam etmiştir. Topraktaki nem kaybı, anız yakmadan ziyade zamana bağlı olarak değişmiş ve topraktaki nem kaybına bağlı olarak penetrasyon direnci artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anız yakma, toprak nem içeriği, penetrasyon direnci

The Effect of Post Harvest Period and Stubble Burning on the Variation of Soil Penetration Resistance and Moisture Content

Abstract: The objective of this study was to determine the variations of soil moisture content and soil compaction depending on soil depth and elapsed time after the harvest and on the stubble burning. For this purpose, measurements were made for eleven days between the harvest and tilling for the second crop on 25 grids, 20 x 20 m each. Penetration resistances were measured between 0-30 cm with 3.5 cm increments while moisture contents were determined for depths of 0-10 cm, 10-20 cm, and 20-30 cm. The stubble was burned at the 5th day of measurements and two samplings, just before and after the burning, were done on the same day. Following the harvest, moisture contents at 0-10, 10-20, and 20-30 cm depths were 18 %, 18.1 %, and 21.9 % for the first day, and 6.9 %, 20.3 %, and 19.9 % for the 11th day. Average penetration resistances for these depths were 0.7, 1.5, and 1.8 MPa for the first day and 1.0, 2.0, and 2.7 MPa for the 11th day, respectively. According to the paired t-test results, average moisture contents and penetration resistances were found to differ significantly at 99 % confidence level. The moisture content differences between before and after stubble burning, however, were significant at 95 % confidence level whereas average penetration resistances were found to be significantly different at 99 % level at 10-20 and 20-30 cm depths. Therefore, burning the stubble did not have an important effect on the moisture content variation. Moisture loss at the top layer due to evaporation was compensated as a result of soil moisture movement from the lower layers towards the top layer, and halted moisture loss temporarily for about a day, followed by moisture losses thereafter at the same rate as the pre-burning stage. Soil moisture content loss was due to the time elapsed after the harvest rather than burning the stubble, resulting in increased penetration resistance.

Keywords: Stubble burning, soil moisture content, penetration resistance

GİRİŞ

Bitkisel ürünlerin yetiştirilme ortamı olan toprak; katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç fazdan meydana gelir. Tarım topraklarında toplam hacmin %50'sini katı, % 25'ini sıvı ve % 25'ini ise gaz fazı oluşturmaktadır. Toprağın boşluk kısmını işgal eden sıvı ve gaz fazları, toprağın durumuna göre değişim gösterir. Katı fazın payının % 45'ini inorganik maddeler % 5'ini ise organik maddeler meydana getirir. Organik maddelerin ise % 1'lik bölümünü canlılar oluşturur. Organik maddeler bu kadar küçük paya sahip olmasına rağmen diğer bileşenler arasında çimento görevi yapan, kısacası toprağı tarım toprağı yapan en önemli bileşendir (Kirişçi, 1999).

Ülkemiz topraklarının % 76'sında organik madde miktarı % 2'nin altındadır. Bu kadar düşük olması, yıllarca uygulana gelen monokültür tarımın ve hasat sonrası tarlada bırakılan ve anız olarak tanımlanan bitki artıklarının yakılmasının bir sonucudur. Ülkemizde tarımsal artıkların yakılma konusu makinalı tarıma geçişin ardından ikinci ürün yetiştirme olanağının ortaya çıkması ile çok yakın geçmişte başlamıştır. Üreticiler buğday anızını, toprak işlemede kolaylık sağlaması, hastalık ve zararlılarla mücadele edilmesi, daha yüksek verim alınması ve hasat sonrası bitkisel artıkların ekonomik bir değer taşımadığı düşünceleri ile oluşan yanlış bir alışkanlık sonucu yakmaktadır. Böylece hasat artığı sap ve köklerin doğal yollardan toprağa karışması veya çürüyerek humusa dönüşmesi için gereken süre ortadan kaldırılmak istenmektedir.

Anızı yakma neticesinde özellikle topraktaki organik madde miktarı azalmakta, mikrobiyolojik aktivite gerilemekte, toprak canlıları yok olmakta, su tutma kapasitesi azalmakta, biyolojik denge bozulmakta ve erozyon riski yükselmektedir. Sayılan bu olumsuzlukların yanı sıra; orman yangınları, telefon ve enerji iletim hatlarının yanması, sis oluşumu ile trafik kazalarına sebep olunması, hasat edilmemiş komşu tarlalara yangının sıçraması, yakın köylerdeki hayvan barınaklarının ve yerleşim birimlerinin yanması gibi bir çok çevresel riskleri de beraberinde getirmektedir (Cerit, 2001; Avsar ve Kamburoğlu, 1996).

Yurdumuzda hububat tarımı (buğday, arpa, yulaf) yapılan arazi miktarı 2003 istatistiklerine göre 12.5 milyon ha'dır (DİE, 2003). Ülkemiz koşullarında, buğdayın biçim yüksekliğine de bağlı olarak anızla birlikte sapsapların da yakılması durumunda ortalama

3 500 kg/ha, sadece anızın yakılması durumunda ise anızın biçilme yüksekliğine bağlı olarak ortalama 1 000 kg/ha anızın yakıldığı belirtilmektedir. Genel bir ortalama vermek gerekirse, yakılan buğdaygil anız ve sapsapları ile hektardan ortalama 1 500 - 2 000 kg/ha sap, saman, ot, v.b. şeklindeki bitkisel materyalin yakıldığı söylenebilir. Ülkemizde hububat tarımına ayrılmış toplam alanın (12.5 milyon ha) % 30'unun yakıldığı kabul edilirse, yaklaşık 3.7 milyon hektar anız tarlasında 5.5-7.4 milyon ton anızın organik madde olmadan yakıldığı söylenebilir (Korucu, 2002; Sayın, 1989).

Anızın yakılması, toprakta sadece erozyonu artırıcı bir etkiye neden olmamakta, buna bağlı olarak toprağın nem ve sıcaklık dengesini de etkilemektedir. Toprak üzerinde anız bırakılan toprak işleme yöntemlerinde toprak profilindeki ısı denge daha fazla korunmaktadır. Ancak, toprak profilindeki ısı dengenin sağlanmadığı durumlarda, toprak sıcaklığı ve su miktarı konuma ve zamana bağlı olarak daha fazla değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, toprak sıcaklığı ve topraktaki nem oranı gerek toprak işleme açısından gerekse bitki gelişimi açısından önemli parametrelerdir (Jury ve ark, 1991).

Hasattan sonra toprak yüzeyinde bırakılan anızın, hasat sonrası işlemlerde oluşturacağı bazı olumsuz etkilerinin yanı sıra, toprağın ve suyun korunması başta olmak üzere birçok olumlu etkileri de bulunmaktadır. Anızın yakılmaksızın sürümle toprağa verilmesi durumunda mikroorganizmaların sağladığı enzimler ile sapsapın önemli bir bölümünü (% 40-60) içeren selülozun parçalanarak C/N oranının düzeltildiği bilinmektedir. Bu arada, toprakta organik maddenin artışına bağlı olarak meydana gelen humin maddeleri, yağmur damlaları ve rüzgarın erozif etkilerini ve yüzeyde meydana gelen akışı azaltmakta, suyun toprak tarafından emilmesini sağlayacak toprak kanallarının oluşmasına yardımcı olmakta ve toprak zerrelere arasında bağlayıcı rol oynamak sureti ile erozyonu azaltmaktadır. Ayrıca, topraktaki organik maddenin artması, kurak dönemde toprağın su tutma kapasitesini artırmakta ve dolayısıyla verimde artış sağlanmaktadır (Avsar ve Kamburoğlu, 1996; Mc Kenney, 1993; Sağlam, 1994; Shelton ve ark., 1997; Wysocki, 1988).

Bitkisel üretimde toprağın sahip olacağı koşulların belirlenmesinde en önemli faktörler, doğal olarak

yetiştirilecek bitkinin kendisi ve bitkinin agroteknik istekleridir. Bu isteklerin başlıcaları toprak sıcaklığı, hava, nem oranı, toprak yoğunluğu ve bitki besin elementleridir. Diğer yandan, koni indeksi olarak tanımlanan toprak sıkışıklığı, penetrometre denilen aletler ile ölçülmekte ve toprağın penetrasyon direncine ilişkin veriler, bitkilerin kök gelişim performansının belirlenmesinde faydalı bir belirteç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu ölçümün sonuçları ile bitki gelişimi ve verim konusunda da önemli derecede bir etkileşim bulunmaktadır. Penetrasyon direncine, toprak yapısı, kohezyon ve hacimsel kütle etki etmektedir. Toprak direnci arttığı zaman, kök gelişimi azalmakta ve yüksek penetrasyon kuvveti ve hacimsel kütle değerlerinde ise köklerin toprağa dalması tamamen durmaktadır. Her bitki için farklı olsa da genellikle bitkisel üretimde 2 MPa'lık toprak sıkışıklık düzeyi bitki kök gelişimi için eşik değer olarak kabul edilmektedir (Önal, 2003).

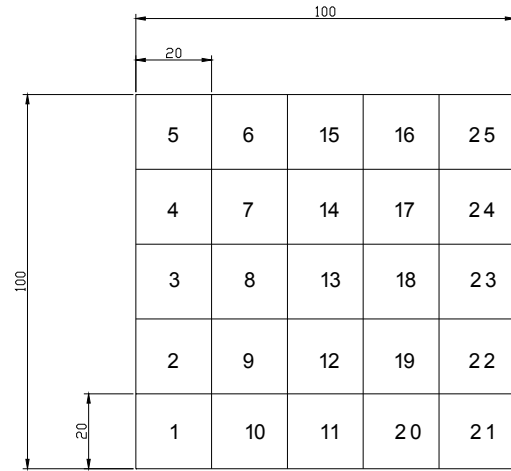
Bu çalışmanın genel amacı, hasat zamanında ön bitkinin toprağı güneş ışınlarından koruduğu, bunun sonucunda hasadın hemen ardından toprak nem seviyesinin hasat sonrası günlere göre daha yüksek olduğu ve toprak işleme için daha uygun bir ortam oluşturduğu düşüncesinin doğru olup olmadığını araştırmaktır. Çalışmanın spesifik amacı ise; yakılmış ve yakılmamış toprak koşullarında farklı koordinatlarda zaman ve derinliğe bağlı olarak toprak nem içeriği, penetrasyon direnci ve organik madde oranlarını belirlemek, ortalama değerlerin istatistiksel olarak farklı olup olmadığını test etmek ve bu parametrelerde zamana ve derinliğe bağlı değişimleri haritalamaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında kumlu killi toprak bünyesine sahip 10 da lık (100 x 100 m) bir alanda yürütülmüştür (Şekil 1).

Izgaralarla hücelere bölünmüş parselde hücre koordinatlarının ve orta noktalarının belirlenmesinde bir küresel konum belirleme (GPS) alıcısı kullanılmıştır.



Şekil 1. Deneme alanında ızgara yöntemi ile oluşturulan hücreler

Toprağın sert katmanı olan pulluk tabanı başta olmak üzere değişik katmanlardaki sıkışıklık durumunun göreceli olarak incelenmesi amacıyla penetrasyon direnci ölçümleri için konik uçlu toprak penetrometresi kullanılmıştır.

Yöntem

Denemeler, birinci ürün buğday hasadından hemen sonra başlatılmıştır. Yaklaşık 5 gün süreyle ölçümler yapılmış ve son ölçümün yapıldığı gün arazide bulunan ürün artıkları yakılarak aynı gün dahil olmak üzere 7 gün daha ölçümlere devam edilmiştir. Ölçümler araziye temsil edecek şekilde yirmi beş farklı noktadan ve üçer tekerrürlü olarak yapılmıştır. Devam eden günlerde yapılan ölçümler, bir önceki gün yapılan ölçüm noktalarının yakınında olacak şekilde seçilmiştir.

Hücre Oluşturma ve Koordinatların Belirlenmesi

Çalışmada, 100 x 100 m büyüklüğündeki alan üzerinde ızgara (grid) sistemi ile 20 x 20 m'lik hücreler oluşturulmuştur (Şekil 1). Hücreler, bir kazıkla işaretlenerek, birden yirmi beşe kadar numaralandırılmıştır. Hücre koordinatları GPS yardımıyla belirlenmiştir.

Çalışmada; hücelere ait orta noktaların koordinatları, penetrasyon dirençleri ve toprak nem içeriği değerlerinin yer aldığı bir GIS veri tabanı oluşturulmuştur.

Nem İçeriğinin Belirlenmesi

Deneme alanındaki her parselden üç farklı derinlikten (0-10, 10-20 ve 20-30 cm) 100 cm³ hacimli standart silindirelerle alınan bozulmamış toprak örneklerinin nem içerikleri, kuru baza göre gravimetrik yöntemle 1 numaralı eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (Craig, 1984).

$$w = \frac{M_w}{M_s} \times 100 \quad (1)$$

Burada:

- w : Toprak nem içeriği (kuru baza göre) (%),
M_w : Topraktan uzaklaştırılan nem miktarı (g),
M_s : Kurutulmuş toprak kütlesi (g)'dir.

Nem içeriği ölçümleri değerlendirilirken sırasıyla aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

- Toprak yüzeyinin ilk 30 cm.lik derinliği 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm.lik derinlikler şeklinde sınıflandırılmıştır,
- Her parselde gün içerisinde yapılan tekerrürlerin derinliğe bağlı olarak ortalamaları alınmıştır,
- Günlük ortalama değerler dikkate alınarak, bu derinliklerdeki okumaların ortalamaları alınmıştır,
- Surfer programında koordinata bağlı olarak günlük nem içeriği değişimleri haritalanmıştır.

Penetrasyon Direncinin Belirlenmesi

Çalışma alanının toprak sıkışıklığı durumunu belirlemek amacıyla deneme süresi boyunca her gün bütün parselerden (25 parsel) üçer tekerrürlü olmak üzere penetrometre okumaları yapılmıştır. Penetrometre değerleri değerlendirilirken sırasıyla aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

- Her parselde 3.5 cm aralıklarla 30 cm derinliğe kadar üç tekerrürlü ölçümler yapılmış, hücreyi temsil eden ortalama ve standart sapma değerleri derinliğe bağlı olarak hesaplanmıştır.
- 30 cm.lik ölçme derinliği 0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm.lik katmanlar şeklinde sınıflandırılmıştır.
- Her katman için penetrasyon direnci değerleri o katmanda ölçülen değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.
- Surfer programında koordinata bağlı olarak günlük penetrasyon direnci değişimleri haritalanmıştır.

Deneme alanlarından elde edilen penetrometre okumaları bir kuvveti (N) ifade etmekte olup bu

değerlerin penetrasyon direncine dönüştürülmesinde kuvvet/tabana alanı esasına dayalı değerlendirme yöntemini ifade eden 2 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır (Say, 1995).

$$PD = \frac{F}{A} \times 10^{-6} \quad (2)$$

Burada:

- PD : Penetrasyon direnci (MPa),
F : Okunan kuvvet değeri (N),
A : Konik uç taban alanı (1.29x10⁻⁴ m²) dir.

İstatistiksel Analiz

1. Toprak nem içeriği ve penetrasyon direnci değişimlerinin değerlendirilmesi, tanımlayıcı istatistikler kullanılarak yapılmıştır. Nem içeriği ve penetrasyon direncinin zamana ve konuma bağlı grafikleri çizilmiş, tanımlayıcı istatistiklerden ve gözlemlerden yararlanılarak konu tartışılmıştır.

2. Araştırmada iki öngörünün doğruluğu eşli t testi ile sağlanmıştır. Birincisi, hasat zamanında ön bitkinin toprağı güneş ışınlarından koruduğu, bunun sonucunda hasadın hemen ardından toprak nem seviyesinin hasat sonrası günlere göre daha yüksek, penetrasyon direncinin ise daha düşük olduğu ve tohum yatağı hazırlığının daha kolay yapılabileceği ile ilişkilidir. Burada hasat sonrası 1. gün ve 11. gün ölçümlerinin ortalama değerlerinin aynı olduğu hipotezi kullanılmıştır. İkincisi ise anız yakma öncesi ve sonrasında toprak üst katmanında nem oranının yükseldiği ve tohum yatağı hazırlığının daha kolay yapılabileceği ile ilişkilidir. Bunun için ise toprak üst katmanında anız yakma ile ortalama nem oranlarının ve penetrasyon direncinin değişmediği hipotezi kurulmuştur.

3. Nem içeriği ve penetrasyon direnci haritaları konuma ve derinliğe bağlı olarak çizilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprak Nem İçeriği

Toprak yüzeyinin ilk 30 cm.lik kısmını temsil eden üç farklı katmana (0-10, 10-20, 20-30 cm) ait 11 günlük nem içeriği ölçülmüştür. Derinliğe bağlı olarak elde edilen ortalama nem içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Birinci ürünün hasat edilmesi ile (anızın yakılması da dahil olmak üzere) ikinci ürünün ekimi arasında kalan süre içinde toprakta meydana gelen nem

değişimi belirlenmiştir. Şekil 2, zamana ve derinliğe bağlı olarak deneme alanının (25 parsel) ortalama nem içeriklerini grafiksel olarak göstermektedir.

Çizelge 1. Derinliğe bağlı ortalama nem içeriği

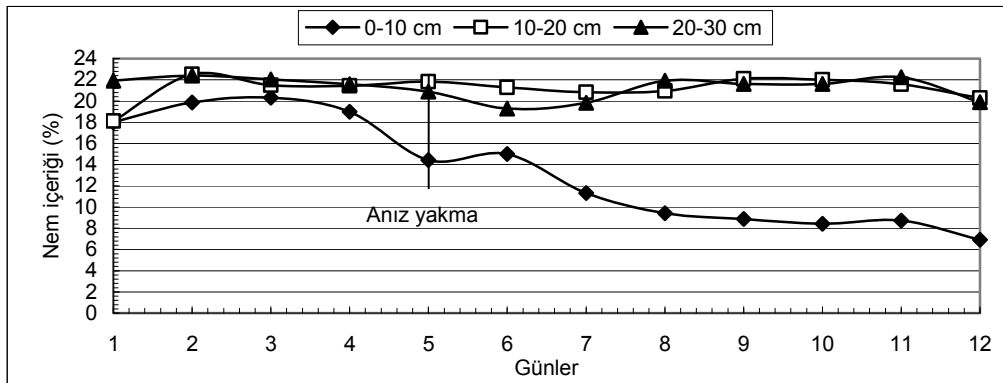
Derinlik (cm)	Nem içeriği (%)			Standart sapma
	En küçük	En büyük	Ortalama	
11 günün genel ortalaması				
0-10	4.1	29.0	13.4	6.0
10-20	10.7	28.4	21.2	2.8
20-30	5.9	27.6	21.3	2.5
1. gün				
0-10	9.1	23.9	18.0	3.5
10-20	11.7	22.8	18.1	2.6
20-30	15.8	25.2	21.9	2.3
Anız yakmadan önce				
0-10	6.1	21.8	14.4	4.7
10-20	8.2	24.7	21.8	2.4
20-30	17.9	24.3	20.9	1.6
Anız yakmadan sonra				
0-10	8.1	22.9	15.0	3.0
10-20	13.4	25.5	21.3	2.7
20-30	12.7	24.3	19.3	2.3
11. gün				
0-10	4.5	20.7	6.9	1.4
10-20	6.2	25.5	20.3	3.2
20-30	12.1	25.7	19.9	3.1

Elde edilen veriler görsel olarak değerlendirildiğinde birinci katmanda nem içeriğinin ilk iki gün artış gösterdiği, daha sonra ise hızlı bir oranda azalmaya başladığı görülmektedir. Anız yakıldıktan hemen sonra üst katmanda nem içeriği artma eğilimi göstermiştir. Ancak birinci günden sonra nem içeriği giderek azalan bir oranda azalmaya devam etmiştir. Buna karşın, üst katmanlarda nem içeriği anız yakılana kadar çok az miktarda azalmış, anız yakmadan sonraki dönemde ise hafif bir artış göstermiştir. Anız yakmadan sonraki dönemde üst katmanda eksilen nem içeriğinin alt

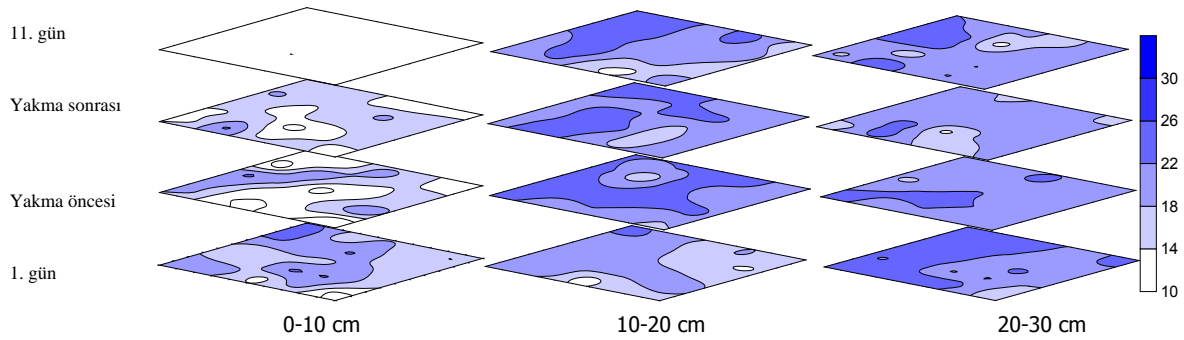
katmanlar tarafından tamamlanmaya çalışıldığı, bunun için 30 cm.den daha derinden de nem çekildiği tahmin edilmektedir.

Nem içeriği ölçümleri her gün yapılmıştır, ancak Şekil 3'te 1. gün, yakma öncesi, yakma sonrası ve 11. gün nem içeriği değişimi konuma ve derinliğe bağlı olarak (0-10, 10-20 ve 20-30 cm) verilmiştir. Birinci ürünün hasadının hemen ardından (1. gün) toprak yüzeyinin ilk 0-10 cm.lik kısmında yapılan ölçümler sonucunda nem içeriğinin ortalama % 18 civarında olduğu belirlenmiştir. Anızın yakılmasına kadarki ilk beş gün içerisinde bu katmanda yaklaşık % 20 nem kaybı meydana gelmiştir. Deneme alanının ortalaması dikkate alındığında anızın yakılmasının hemen ardına tabandaki suyun, yüzeydeki ısınmadan dolayı kılcal borucuklardan yukarı doğru hareket etmesi ile toprak yüzeyinde kısmi bir (%5) nem artışı tespit edilmiştir. Parseller tek tek dikkate alındığında 0-10 cm derinlik için yakma öncesi nem içeriği yüksek olan bölgelerde yakma sonrası nem kaybı gözlenirken, nem içeriği düşük olan bölgelerde artış gözlenmiştir. Anızın yakılmasını takip eden günlerde tarla genelinde 0-10 cm.lik toprak katmanında hızlı bir nem kaybı olduğu görülmektedir. Buna göre birinci ürün hasadı ile ikinci ürünün ekim başlangıcı arasında geçen süre içerisinde toprağın ilk 10 cm.lik kısmında yaklaşık % 41 nem kaybı meydana gelmiştir.

Birinci gün yapılan ölçümlerde 10-20 cm.lik toprak derinliğindeki nem içeriğinin yaklaşık % 12 ile % 23 arasında olduğu, bu değerlerin devam eden günlerde küçük değişimler göstermesine rağmen ikinci ürünün ekimi öncesi yapılan ölçümlerde de yaklaşık % 12 ile % 25 arasında olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Zamana ve toprak derinliğine bağlı olarak ortalama nem içeriği (%) değişimi



Şekil 3. Konum ve zamana bağlı nem içeriği (%)

Birinci ürünün hasadından sonra 1. gün yapılan ölçümlerde 20-30 cm.lik toprak derinliğindeki nem içeriğinin % 15 ile % 25 arasında değiştiği, bu değer devan eden günlerde küçük değişimler göstermesine rağmen ikinci ürünün ekimi öncesi yapılan ölçümlerde de yaklaşık % 12 ile %25 arasında olduğu belirlenmiştir.

Denemenin 11. gününde anız yakma bölgesinin dışında 4 kenar boyunca eşit mesafelerle toplam 12 noktadan toprak örnekleri alınmış ve nem değerleri belirlenmiştir. Anız yakılmamış olan bu noktalarda 11. gün itibarıyla 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinliklerde nem içeriği sırasıyla % 6.1, % 21.1 ve % 21.1 bulunmuştur. Bu değerler, anız yakılmış hücrelerdeki ortalama nem içeriği değerlerine çok yakındır. Şekil 2’de görüldüğü gibi, anızın yakılması nem kaybı oranını esasen değiştirmemekte sadece üst katmanda yaklaşık bir gün için ertelemektedir. Buna göre, anız yakmanın, topraktaki nem değişimini pratik açıdan etkilemediği söylenebilir.

İkinci üründe amaç, toprak nemini kaybetmeden ekim yapmak ise hasattan sonra zaman yitirmeden toprak işleme yapılmalıdır. Böylece aynı zamanda üst toprak sıkışması ortadan kaldırılmış olacaktır. Doğrudan ekim uygulaması yapılmak isteniyorsa, hasattan hemen sonra birinci katmanda çimlenme için gerekli nem oranı bulunmaktadır; ancak, üçüncü katmandaki toprak sıkışıklığı bir sorun olarak kalabilecektir. Bu nedenle, üst ve alt toprak sıkışması ortadan kaldırılmadan yapılacak doğrudan ekim uygulaması yüzlek olmayan bitkilerin kök gelişimini ve verimi olumsuz etkileyebilir.

Penetrasyon Direnci

Toprak yüzeyinin ilk 30 cm.lik kısmını temsil eden üç farklı katmana (0-10, 10-20, 20-30 cm) ait 11 günlük penetrometre değerleri ölçülmüştür. Derinliğe

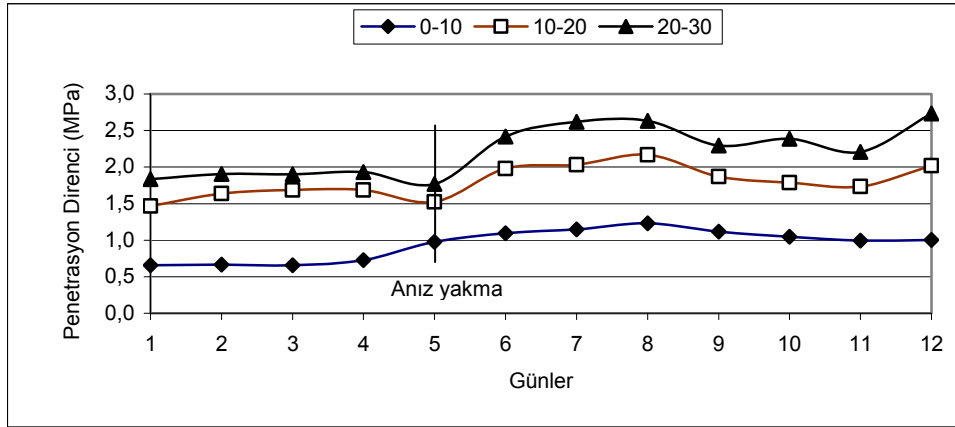
bağlı olarak elde edilen penetrasyon direnci değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Hasattan hemen sonra yapılan 1. gün ölçümlerine göre, 30 cm derinliğe kadar bitki kök gelişimini ve verimi etkileyecek bir direnç değeri görülmemektedir. Deneme alanında birinci ürün olarak yetiştirilen buğday vejetasyon süresince birisi hasattan 5 hafta önce olmak üzere 2 kez sulanmış ve 550 kg/da ürün alınmıştır. Aynı toprak özelliklerine sahip ancak sulama yapılmayan başka tarlalarda ise 250-275 kg/da ürün alınmıştır. Buğday kökleri, 20 cm.den daha derine gitmedikleri için toprak sıkışması nedeniyle verimin etkilenmemiş olduğu anlaşılmaktadır. Birinci gün, anız yakma öncesi, anız yakma sonrası ve 11. gün ölçüm değerleri; derinlik arttıkça penetrasyon direncinin arttığını göstermektedir.

Çizelge 2. Derinliğe bağlı ortalama penetrasyon direnci

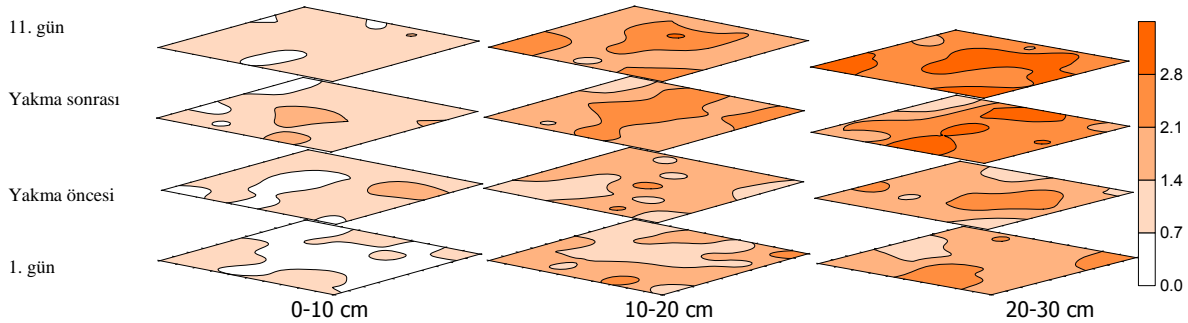
Derinlik (cm)	Penetrasyon direnci (MPa)			
	En küçük	En büyük	Ortalama	Standart sapma
11 günün genel ortalaması				
0-10	0.1	2.1	0.9	0.3
10-20	0.5	3.0	1.8	0.4
20-30	0.5	3.8	2.2	0.6
1. gün				
0-10	0.3	1.3	0.7	0.3
10-20	0.7	2.5	1.5	0.4
20-30	1.2	2.8	1.8	0.5
Anız yakmadan önce				
0-10	0.4	2.3	1.0	0.4
10-20	1.0	2.5	1.5	0.4
20-30	1.0	2.6	1.8	0.4
Anız yakmadan sonra				
0-10	0.6	2.3	1.1	0.4
10-20	0.5	2.8	2.0	0.4
20-30	0.8	3.7	2.4	0.6
11. gün				
0-10	0.4	2.8	1.0	0.3
10-20	0.7	3.0	2.0	0.4
20-30	1.8	3.7	2.7	0.5

Zamana bağlı olarak da penetrasyon direncinin arttığı görülmektedir; ancak, 0-10 cm derinlikte penetrasyon direnci eşik değerin çok altında kalırken anız yakmadan sonraki günlerde 10-20 ve 20-30 cm derinliklerde penetrasyon direnci bitki kök gelişimini etkileyecek sınırı aşmaktadır. Anız yakıldıktan sonra 2. ve 3. katmanda penetrasyon direncinin artması, bu katmanlarda nem miktarının azalması ile açıklanabilir.

Penetrasyon direncinde meydana gelen değişimler, gerek zamana gerekse toprak derinliğine bağlı olarak Şekil 4'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Hasattan sonraki 1. gün, yakma öncesi, yakma sonrası ve 11. gün penetrasyon direnci haritaları konum ve derinliğe bağlı olarak Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 4. Zamana ve toprak derinliğine bağlı olarak ortalama penetrasyon direnci (MPa) değişimi



Şekil 5. Penetrasyon direncinin (MPa) konum ve zamana bağlı değişimi

İstatistiksel Analiz

Nem içeriği için eşli t-testi, üç derinlik için ayrı ayrı yapılmış, sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Nem içeriği eşli t-testi sonuçları

Derinlik (cm)	Günler	Ortalama	Std. sapma	P
0-10	1-11	11,09	3,31	0,000**
	YÖ-YS	-0,60	5,99	0,621
10-20	1-11	-2,17	2,80	0,001**
	YÖ-YS	0,54	3,27	0,410
20-30	1-11	1,99	3,27	0,006**
	YÖ-YS	1,60	2,92	0,011*

1-11: 1. gün – 11. gün; YÖ: Yakma öncesi; YS: Yakma sonrası; *p<0.05; ** p<0.01

Toprağın bütün derinliklerinde 1. gün ve 11. gün arasında ortalama nem değerlerinin %1 önem seviyesinde istatistiksel olarak farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Buna göre, nem oranının değişmediği hipotezi reddedilmiştir. Anız yakma sonucunda 0-10 ve 10-20 cm derinlikte ortalama nem içeriği önemli düzeyde değişmezken 20-30 cm derinlikte % 5 önem seviyesinde değişim görülmektedir. Daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi (Şekil 3), anız yakılır yakılmaz alt katmanlardan toprak üst katmanına doğru bir nem hareketi görülmekte ve üst katmanda nem kaybı kısa bir süre için durmaktadır. Üst katmanda anız yakma

sonucunda nem kaybının istatistiksel olarak önemsiz bulunması, bu nem hareketine bağlanabilir.

Penetrasyon direnci için eşli t-testi, üç derinlik için ayrı ayrı yapılmış, sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre, 0-10 cm derinlikte yakma öncesi ve sonrası ortalama penetrasyon direncinin istatistiksel olarak farklı olmadığı, diğer tüm durumlarda %1 önem seviyesinde farklı olduğu bulunmuştur. Buna göre, yakmanın penetrasyon direncine etkisinin olmadığı hipotezi de reddedilmektedir.

Çizelge 4. Penetrasyon direnci eşli t-testi sonuçları

Derinlik (cm)	Günler	Ortalama	Std. sapma	P
0-10	1-11	0.35	0.46	0.000**
	YÖ-YS	-0.12	0.54	0.276
10-20	1-11	0.55	0.55	0.000**
	YÖ-YS	-0.45	0.45	0.000**
20-30	1-11	0.90	0.67	0.000**
	YÖ-YS	-0.64	0.71	0.000**

1-11: 1. gün – 11. gün; YÖ: Yakma öncesi; YS: Yakma sonrası; * p<0.05; ** p<0.01

Topraktaki nemden daha fazla yararlanabilmek için birinci ürünün hasadından sonraki en kısa sürede ikinci ürün ekimi yapılmalıdır. Normal üretim sisteminde ürünün hasadı, ardından yüzeydeki ürün artıklarının toplanması ve tohum yatağının hazırlığı için yapılacak toprak işleme uygulamaları bu sürenin daha kısa olmasına olanak sağlamamaktadır. Buradaki en önemli çözüm, ikinci ürünün ekiminde yaklaşık 10 gün kazanç sağlayan birinci ürünün anızı üzerine doğrudan ekimin yapıldığı korumalı toprak işleme sistemlerinin uygulamaya aktarılmasıdır. Halen Türkiye'de uygulama oranının çok düşük olduğu korumalı toprak işleme uygulamalarına ağırlık verilmesi ve çiftçilerimizin bu konuda bilgilendirilmeleri gerekmektedir.

Çiftçilerimizin büyük çoğunluğunun anızı yakma sebebi, tohum yatağı hazırlığı sırasında yüzeydeki anızın toprak işleme aletlerine karşı oluşturduğu direnci ve aletlerdeki tıkanma problemini ortadan kaldırmak, ayrıca yakma neticesinde tabandan toprak yüzeyine doğru hareket eden suyun yüzeyde işlemeye daha uygun toprak koşulunu oluşturmak istemeleridir. Ancak yapılan bu çalışma, yakma işlemi sırasında toprak yüzeyindeki nem miktarının belirli bir seviyenin üstünde olması (>%20) durumunda yüzeyde tıvı bir toprak durumu oluşturmaktan ziyade mevcut nemin azaldığını göstermiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan uygulamalar sonucunda elde edilen bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Eşli t-testi sonuçlarına göre, her üç derinlikte 1. gün ve 11. gün arasında ortalama nem içeriği değerleri %1 önem seviyesinde farklı bulunmuştur. Ancak anız yakma öncesi ve sonrasında ortalama nem içeriğinin sadece 20-30 cm derinlikte %5 önem seviyesinde farklı olduğu görülmüştür.
2. Eşli t-testi sonuçlarına göre, ortalama penetrasyon direnci değerlerinin 1. gün ve 11. gün arasında her üç derinlikte, anız yakma öncesi ve sonrasında ise 10-20 ve 20-30 cm derinlikte %1 önem seviyesinde farklı olduğu görülmüştür.
3. Anız yakma işlemi takip eden günlerde özellikle toprağın ilk 10 cm.lik kısmında nem kaybı bir gün süreyle durmuş, daha sonra nem kaybı aynı oranda azalmaya devam etmiştir.
4. Anız yakma işleminden önce ve hemen sonra yapılan nem ölçümlerinde, hücrelerin % 55'inde toprağın 0-10 cm.lik katmanında nem artışının olduğu görülmüştür; bunun sebebinin ise yüzeyde oluşan sıcaklık neticesinde alt katmandaki nemin kılcal borucuklardan yukarı doğru hareket etmesidir. Parsellerin % 45'lik kısmında ise topraktaki nem miktarının ilk 10 cm.de azaldığı belirlenmiştir. Bunun sebebi bu parsellerdeki yakma öncesi nem miktarının yüzeyde % 20'den daha yüksek olması ve yakma ile yüzeydeki sıcaklığın artması sonucunda buharlaşma sonucu nem kaybının artmasıdır.
5. Birinci ürünün hasadının hemen ardından belirlenen nem değerlerinin ikinci ürünün ekimi için yapılan toprak hazırlığı öncesi (11. gün) alınan nem değerlerine göre yaklaşık % 50 oranında fazla olduğu görülmüştür. 11. gün yapılan ölçümlerde anız yakma bölgesinin dışından elde edilen nem içeriğinin anızın yakıldığı deneme alanındaki nem içeriğine çok yakın olduğu (sırasıyla %5 ve %6) görülmüştür. Buna göre, topraktaki nem kaybının, anız yakılması ile değil, hasat ve ekim arasında geçen süre ile ilişkili olduğu söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı (2005/3-4 No'lu Proje) tarafından

desteklenmiştir. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığına desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Avşar, F. ve Kanburoğlu, İ., 1996. Meriç Havzası Eğimli Tarım Arazilerinde Anız Yakmanın Su Erozyonuna ve Ürün Verimine Etkisi. Tarım-Çevre İlişkileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 184-193, Mersin.
- Cerit, İ., 2001. İkinci Ürün Yetiştiriciliğinde Buğday Anızının Yakılmasına Alternatif Olabilecek Bazı Toprak İşleme Yöntemlerinin Mısır Bitkisinde Tane Verimi ve Tarımsal Özelliklere Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye
- Craig, R.F., 1984. Soil Mechanics (Third Edition). Wokingham, England. Van Nostrand Reinhold (UK) Co. Ltd.
- DİE, 2003. Tarımsal Yapı (Üretim, Fiyat, Değer). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü
- Jury, W.A., Gardner, W.R., Gardner, W.H. 1991. Soil Physics. Fifth Edition. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-83108-5.
- Kirişçi, V., 1999. Toprak İşleme Mekanizasyonu Ders Notları (Basılmamış). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Adana
- Korucu, T., 2002. Çukurova Bölgesinde İkinci Ürün Mısırın Doğrudan Ekim Olanaklarının Araştırılması. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Kod No:662. Adana, Türkiye.
- Mc Kenney, D.J., Wang, S.W., Drury, C.F., Findlay, I. 1993. Denitrification and Mineralization in Soil Emended with Legume, Grass and Corn Residues. Published in Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 1013-1020.
- Önal, İ., 2003. Toprağın Fiziksel Kalite (Soil Tilth) İndeksi ve Toprak İşleme Performansının Belirlenmesinde Kullanılması. Koruyucu Toprak İşleme ve Doğrudan Ekim Çalıştayı, S:57-96, İzmir.
- Sağlam, M.T., 1994. Gübreler ve Gübreleme (Genişletilmiş Üçüncü Baskı). Trakya Üniv. Tekirdağ Zir. Fak. Yayınları.
- Say, S.M., 1995. Toprak Penetrasyon Direncinin Toprak Koşulları ile Değişiminin Belirlenmesi ve Matematiksel Modellerin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye
- Sayın, S., 1989. Çeşitli Yönleriyle Anızların Yakılması. Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enst. Müd. Yayın No: 165154.
- Shelton, D.P., R. Kanable, ve P.J. Jasa, 1997. Estimating Percent Residue Cover Using The Line-Transect Method. University of Nebraska, Institute of Agriculture and Natural Resources. <http://ianrwww.unl.edu/pubs/fieldcrops/g1133.htm>
- Wysocki, D., 1988. Measuring Residue Cover. Pacific Northwest (PNW). Conservation Tillage Handbook Series, Chapter 3-Residue Management, No:9. <http://pnwsteep.wsu.edu/tillagehandbook>.