

"TOPRAK-TRAKTÖR-ALET" SİSTEMİNİN UYGUNLUĞU İLE ENERJİ TASARRUFU 1)

Hasan BAL 2)
İ. Ethem GÜLER 3)

ÖZET

Toprak işlemede kullanılan enerji, tarımsal üretimde kullanılan teknik enerji içerisinde önemli bir yere sahiptir. Enerji tasarrufu sağlıyan yöntemlerin kullanılmasıyla, iş başarısı ve üretim masrafları optimal olmaktadır. Enerji tasarrufu sağlayan bir toprak işleme, çalışma tekniği ve teknik olanaklar açısından bu yazıda incelenecek ve elde edilen deneme sonuçlarından bazıları açıklanacaktır.

1. GİRİŞ

Belirli bir üretim sistemi için toprak işlemede enerji ihtiyacı, çok faktörlere bağlı olmaktadır. Enerji ihtiyacının azalması için en önemli faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Rasyonel toprak işleme,
- Optimal toprak durumu,
- Minimum enerji sarfiyatı ve uygun tohum yatağı hazırlama olanağı veren iş aletlerinin seçimi,
- Enerji ve işletme tekniği yönünden alet ve traktörün optimal ayarlanması.

Sınırlayıcı faktörler dikkate alındığında, yukarıda sayılan etkili faktörlerin optimal seçimi gerekli olmaktadır. Sınırlayıcı faktörler olarak tarımsal istekler (kabartma, ufalama, karıştırma, sıkıştırma, bitki artıklarının gömülmesi, vs.), toprak şartları ve alet özellikleri geçerlidir.

1 Sitkei, G. : 1983: Einspannung von Energie durch Optimierung des Systems "Boden-Schlepper-gerat". Grundlagen der Landtechnik, Nr 3, s. 65-68.

2 Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal mekanizasyon bölümü Doçenti.

3 " " " " " " Arş. Gör.

2. RASYONEL TOPRAK İŞLEME

Toprağa bağlı bitkisel üretim için en önemli şartlardan biri toprak işlemedir. Toprak işlemenin amacı, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yönden optimal bir toprak durumunun sağlanmasıdır. Optimal toprak şartları çeşitli çalışma yöntemleri ve iş aletleriyle elde edilebilir.

Günümüzde de esas toprak işlemede çoğunlukla pulluk kullanılmaktadır. Sürümde daha çok toprağın çevrilmesi ve bitki artıklarının gömülmesi gerekli olduğundan pulluk yerine diğer aletler tam olarak kullanılamamaktadır. Toprak işleme, öncelikle karıştırma, kabartma ve parçalamayı amaçlayınca, pulluk yerine enerji yönünden daha uygun aletler kullanmak mümkün olabilmektedir. İkame edilebilen aletler olarak ağır kültüvatorler, diskli tırmıklar ve kürekli aletleri söyleyebiliriz.

Toprak işleme derinliği enerji yönünden çok önemli rol oynamaktadır. Genel olarak iş derinliğinin artmasıyla çeki kuvveti ihtiyacı artmaktadır. Bu yüzden üretim yöntemi için ne kadar derinlik yeterli ise toprak işleme derinliği o kadar seçilmelidir.

Farklı toprak şartlarında çeşitli kültür bitkileri için optimal iş derinliği henüz tam olarak bulunmamıştır.

Şimdiye kadar yapılan denemeler, Macaristan'da temel toprak işleme derinliğinin buğday için 18-20 cm, mısır için ise yaklaşık 25 cm. derinlikte olması gerektiğini belirlemiştir. İş derinliğinin 35 cm. olması şeker pancarı için yararlı olduğundan istisna teşkil etmektedir. Alt toprak katlarındaki su bilançosunu düzeltmek için genel olarak 3 veya 4 yılda bir derin kabartma yararlı olmaktadır. Tohum yatağı hazırlamada iş derinliği, ekim derinliğinin birkaç cm. daha büyük olması gerekmektedir. Bu, tohumluk danelerin çimlenmesi için iyi şartları sağlamaktadır. Toprağın daha derin kabartılması, toprağın daha hızlı kurumasını ve dane etrafına daha fena su iletimi sağladığından istenmemektedir.

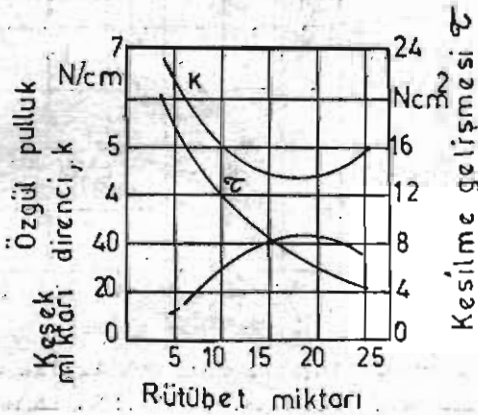
Enerji tasarrufu için rasyonel toprak işlemenin önemi, amaçlanan enerji tasarrufunun sistematik ve pratik olarak tüm yıllarda gerçekleştirilebildiği oranda artmaktadır. Diğer yöntemler az veya çok hava şartlarına bağlıdır.

Rasyonel toprak işleme ile ne kadar enerji tasarrufu edileceği bugün henüz tam olarak bilinmemektedir. Bu zamana kadar yapılan araştırma ve hesaplamalar yaklaşık bugün ki pratik şartlarda enerjinin % 20 sinin tasarruf edilebileceğini belirlemiştir. Bu tasarruf yeni bir üretim uygulamasına gerek kalmadan sağlamaktadır.

3. İŞLEMEDE OPTİMAL TOPRAK DURUMU

Toprağın etkili faktörlerinden toprak rutubetinin, iş başarısına ve enerji ihtiyacına önemli etkisi olmaktadır. Toprak işleme etkinliği ve enerji ihtiyacı,

genel olarak aynı rutubet miktarında optimum olmaktadır. Bu belirlemeler, çoğu toprak işleme uygulamaları için geçerli olup, killi tın ve tınlı topraklar için su miktarı optimum % 17-19 olmaktadır. Örnek olarak Şekil 1'de pulluk direnci, sürümden sonra 1-10 mm. büyüklükteki keseklerin nispeti (toprak işleme etkinliği için ölçü olarak) ve rutubete bağlı olarak kesilme gerilmesi görülmektedir. Farklı etki tarzından dolayı dip kazan aleti, pulluk yerine kullanıldığında toprak şartlarına bağlı olarak değişik istekler koymaktadır. Deformasyonda; kabarma etkinliğinin alttan üst toprak tabakalarına taşımada, alet daha büyük toprak direnci ve böylece daha küçük toprak rutubeti gerektirmektedir. Kabartma ve ufalama etkinliği için optimum durum, toprağın başlangıçtaki hacim ağırlığına bağlı olarak % 13-16 toprak rutubet miktarıdır. Kuru durumdaki kabartılmış toprak yaş durumda kabartılmış toprağa kıyasla, alt toprak katlarında daha yavaş bir oturma göstermektedir.



Şekil.1. Tınlı toprakta rutubet miktarı ile sürümden sonra 1-10 mm büyüklüğündeki kesek miktarı, özgül pulluk direnci ve kesilme gerilmesi arasındaki ilişkiler.

Sıkışma olayı, toprağın plastik özelliklerine çok bağlıdır. Toprağın sıkışma kabiliyeti, rutubetin % 20'nin üzerine çıkmasıyla çok artar. Ağır hasat makineleri ve taşıma araçları rutubetli geçen sonbahar aylarında kullanılırsa, toprakta çok sertleşme ortaya çıkarır. Bunun giderilmesi için büyük enerji harcanması gereklidir.

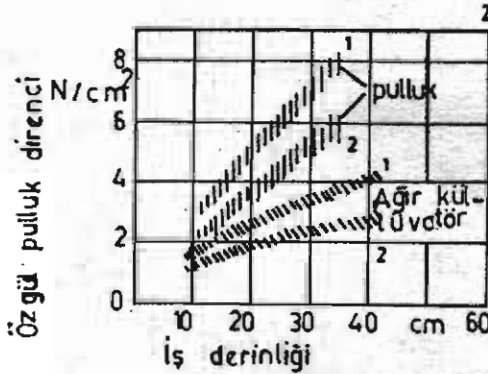
Toprağın visko-elastik özelliklerinden dolayı hızın, bütün alet tiplerinde rutubet üzerine belirli bir etkisi olmaktadır: Hız büyüdükçe optimal rutubet artmaktadır. Optimal rutubet miktarındaki farklılaşma, bilinen hız sınırları arasında en fazla % 2 olmaktadır.

4. İŞ ALETLERİNİN SEÇİMİ

Toprak işlemede kullanılan ekipmanlar çeşitli pulluklar, diskli tırmık, dipkazan, ağır kültüvator ve tohum yatağı hazırlama kombinasyonlarıdır. Günümüzde

primer toprak işlemede pulluk kullanılır. Çünkü pulluk tarla tarımı tekniklerine çoğunlukla uymaktadır. Çoğu durumlarda sürüm yerine enerji yönünden daha uygun toprak işleme yöntemleri kullanılmaktadır.

Çok yıllık denemeler, arkasına tohum yatağı hazırlama aleti bağlı ağır kültüvatörlerin, (toprağın devrilmesi ihmal edildiğinde) iyi bir toprak işleme (kabartma, parçalama ve karıştırma) yapabileceğini göstermiştir. Enerji sarfiyatı ise karşılaştırmalı denemelerden anlaşılacağı üzere pulluğunun % 60'ı kadardır. (Şekil 2). Ağır kültüvatörlerin özgül direnci iş derinliğine bağlı olarak 0,6'lık bir kuvvetle artarken, bu sürüm sırasında 0,85'lik bir kuvvetle artmaktadır. Buradan ağır kültüvatörlerin artan iş derinliği ile enerji yönünden daha uygun olduğu sonucu çıkmaktadır.

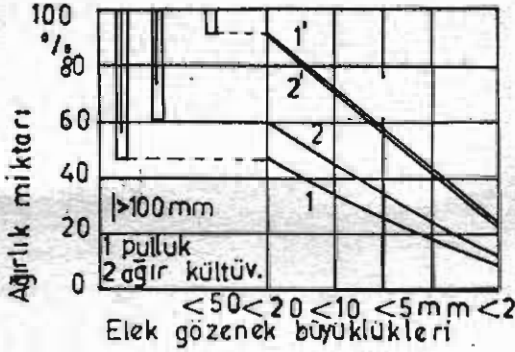


Şekil.2. İş derinliği ve çalışma hızına bağlı olarak bir pulluk ve ağır kültüvatörün özgül dirençleri, $v=8$ km/h, 1: tın; rutubet miktarı $u=\% 15,5$ 2: tin, rutubet miktarı $u=\% 18,5$

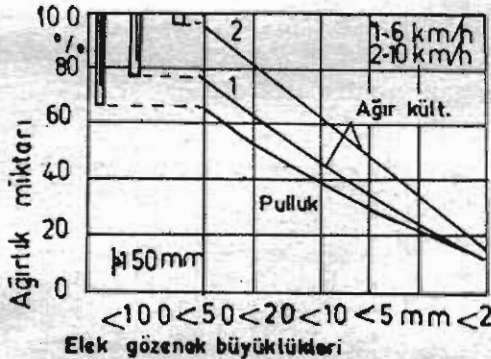
Ağır kültüvatörlerin sahip olduğu diğer iyi bir özelliği şudur: Hızın yükselmesiyle çeki kuvveti ihtiyacı, az ölçüde değişir. İsteklere uygun bir tohum yatağı genellikle bir işlemlenmiş bitki yatağı hazırlığı ile gerçekleştirilebilir. Kuru ve ağır topraklarda, uygun bir kesek büyüklüğünün dağılımını sağlamak için çoğunlukla çok işlemlenmiş bu tohum yatağı hazırlığı gerekmektedir. Temel toprak işleminin, tohum yatağı hazırlamadaki enerji sarfiyatına önemli etkisi olduğunu denemeler göstermiştir.

Şekil 3'de pulluk ve ağır kültüvatörle temel toprak işleme ve bir tohum yatağı kombinasyonu ile işlemeden sonraki toprağın kesek büyüklüğü dağılımı görülmektedir. Arkasına tohum yatağı hazırlama aleti bağlı ağır kültüvatör (eğri 2) daha iyi parçalama etkinliğine sahip olmakta ve bu yüzden pulluğa kıyasla (eğri 1) daha iyi kesek büyüklüğü dağılımı göstermektedir. Tohum yatağı kombinasyonu aleti kullanıldığında, kültüvatörle tek işleme (eğri 2) olmasına karşılık, pullukta iki işleme (eğri 1) aynı kesek büyüklüğü dağılım oranına erişilmiştir. Bu sonuçlardan

uygun temel toprak işleme ile işlemlerin sayısı ve aynı zamanda traktör teker izlerinin sayısının azaltılabileceği ortaya çıkar. Bununla enerji tasarruf edilebilir ve toprak sertliği azaltılabilir. Aletlerin hızının ufalanma etkinliği üzerine önemli bir etkisi vardır. Şekil 4’de ağır kültivatörlerde hareket hızının kesek büyüklüğü dağılımına etkisini göstermektedir. Ağır kültivatörlerin çeki kuvveti ihtiyacı özellikle hareket hızına çok bağımlı olmadığından dolayı bu aletlerle daha hızlı çalışmada kazanç sağlanabilir.



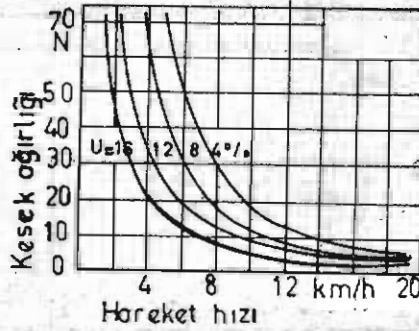
Şekil.3. Pulluk (1) ve ağır kültivatör (2) ile primer toprak işleme ve tohum yatağı hazırlama kombinasyon aletinin ağır kültivatörden sonra bir kez, sürümden sonra 2 kez kullanımında tınlı toprakta kesek büyüklüğü dağılımı ($u = \%15,5$)



Şekil.4. Pulluk ve ağır kültivatörde iki farklı hızda çalışmadan sonra toprakta kesek büyüklüğünün dağılımı

Tohum yatağı hazırlama kombinasyon aletinin ufalama etkinliği de hareket hızına çok bağımlı değildir. Açığa çıkan keseklerin kırılması için gerekli kritik hız, Şekil 5 de gösterilmiştir (1). Görüldüğü gibi hareket hızının 11-12 km/h'a yüksel-

mesi elverişli olduğu halde bunun üzerindeki hızlar elverişli değildir. Bu hız, kuru toprakta yeterli etkinlikte olmayınca, diğer alet tipleri (Örneğin Rau-firmasının Multitiller aleti) ile çalışılmalıdır.

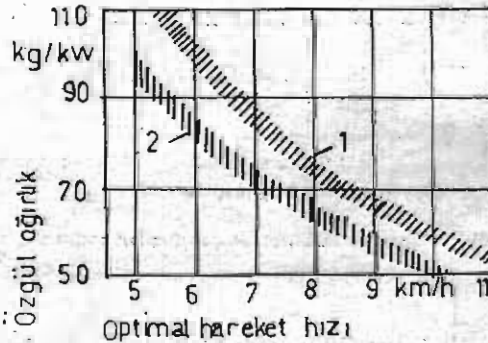


Şekil.5. Farklı toprak rutubet miktarları için kritik hız ile kesek büyüklüğünün ilişkileri

5. TRAKTÖR VE ALETİN OPTİMAL AYARLANMASI

Enerji tasarrufu sağlayan toprak işleme için en önemli şartlardan biri traktör ve aletin optimal ayarlanmasıdır. Optimal ayarlama; traktör maksimum çeki gücü civarında ve buna ait işletme parametrelerinde (patinaj, çeki kuvveti, hız) çalışmaktadır (2).

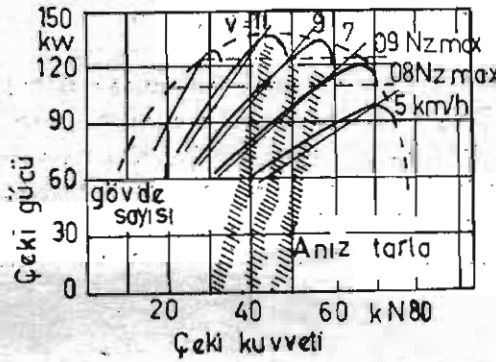
Optimal hız, ilk planda birim güce isabet eden ağırlığın bir fonksiyonudur. Bu fonksiyon, önceleri maksimum çeki kuvveti etki derecesi hususu için aranıyor olup, bu ilişki çeşitli traktörler için tarak çizgi (1) ile Şekil 6'da gösterilmiştir. Birim güce isabet eden traktör ağırlığı (özgül) küçük seçilince, motor gücü yalnız 10 km/h üzerindeki hızlarda yararlı olabilmektedir.



Şekil.6. Maksimum çeki etki derecesi (1) ve minimum zaman ve enerji sarfiyatı (2) için optimal hızın birim güce düşen ağırlık ile ilişkileri

Traktör ve aletin ayarlanmasında, traktörün çeki kuvveti karakteristiği elverişli şekilde kullanılabilir. Bu diyagramda sabit hız eğrisi ve iş aletinin çeki kuvveti eğrisi çizilebilir. Sınırlayıcı faktörler ve işletme tekniği istekleri göz önünde tutulduğunda işletme noktası, çeki gücünün maksimum çeki gücünün % 80-90'ına eşit olduğu bir yerde bulunmalıdır. %90'ın üzerindeki yüklenmede değişik yükten dolayı sabit iş zor mümkün olabilmektedir.

Şekil 7'de 4 tekeri muharrik büyük bir traktörün çeki kuvveti karakteristiği ve 5,6 ve 7 soklu pulluğun anız tarlada çeki kuvveti ihtiyacı görülmektedir. Görüldüğü gibi, en büyük çeki gücü ve böylece maksimum çeki kuvveti etki derecesine 5 soklu pulluk ile erişilebilmektedir 7 soklu pullukla yapılan bir çalışmada daha küçük hız ve daha büyük patinajda da aynı durum mümkün olmaktadır.

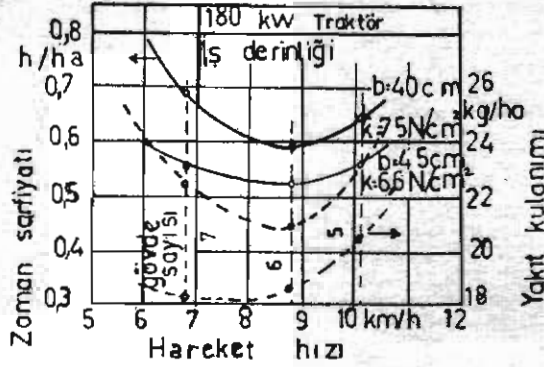


Şekil 7. Traktör ve aletin ayarlanması için 4 tekeri muharrik bir büyük traktörün çeki kuvveti karakteristiği, (anız tarlada),

Tarlada yürüme donanımı kayıpları ve dönme süresi, iş genişliğinin artmasıyla daima daha küçük olmaktadır. Bu nedenle minimum zaman ve minimum yakıt kullanımı için optimal hız, maksimum çeki kuvveti etki derecesindeki hızla uyumsuzdur. Şekil 8'de iki farklı iş genişliği ve özgül pulluk direnci (anız tarlada), hızla, birim alana yakıt kullanımı ve zaman sarfiyatının ilişkisi görülmektedir. Şekil 7'de güç eğrisi ile karşılaştırılmasında görüleceği üzere, daha küçük hızlarda ve daha büyük iş genişliğinde ve maksimum çeki kuvveti etki derecesinde, minimum zaman sarfiyatı ve yakıt kullanımı için bir optimum bulunmaktadır. Ölçüm sonuçları da Stoppel'in (3) teorik hesaplamalarıyla uyusmaktadır.

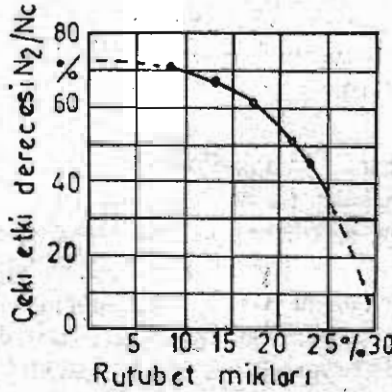
Benzer sonuçlar, çeşitli özgül ağırlığa sahip diğer traktörler için de verilebilir. Ölçüm sonuçları ve hesaplamalara dayalı olarak minimum zaman ve enerji sarfiyatı için Şekil 6'da ikinci bir tarak çizgi verilmiştir.

Şekil 1'den çıkarılabileceği gibi, rutubet miktarının yükselmesiyle toprağın kesme gerilmesi sürekli azalırken, pulluk direnci yaklaşık % 18 rutubette minimum



Şekil.8. İki farklı toprakta, 5-7 gövdeli pullaklarla sürümde hareket hızının zaman (dolu çizgili eğriler) ve enerji (kesik çizgili eğriler) sarfiyatı ile ilişkisi

olmaktadır. Bu gösteriyor ki; kuru toprak şartlarında traktörün çeki kabiliyeti en yüksektir (Şekil. 9). Traktör -iş aleti sistemi incelenirse toprağın % 11-13 rutubet durumunda enerji yönünden bir optimumluk olduğu görülür. Bu rutubette iş başarısı bakımından bir optimumluğa erişilememekte ve tohum yatağı hazırlığı gerekli olunca, ilave enerji kullanılmalıdır. Toprak işleme başarısı gözönüne alındığında, % 13-15 toprak rutubeti durumunda toplam bir optimumluk bulunmaktadır.



Şekil.9. Anız tarlada 4 tekeri muharrir bir büyük traktörün çeki kuvveti etki derecesi ile toprak rutubet miktarının ilişkisi

SONUÇLAR

- 1—Rasyonel ve üretken toprak işleme, enerji yönünden büyük öneme sahiptir.
- 2—Toprak rutubetinin, işleme başarısı ve enerji sarfiyatına önemli etkisi olmaktadır. Toplam optimumluk, % 13-15 rutubet miktarında bulunmaktadır.

3—Hareket hızının iş başarısı ve enerji ihtiyacına etkisi farklıdır: Toprak işleme aletlerinin çoğu 7-8 km/h hızda optimum çalışırken, tohum yatağı hazırlama kombinasyon aletleri 10-11 km/h hızda çalışmaktadır.

4- Alet seçiminde hem toprak işleme, hem de tohum yatağı hazırlamada enerji ve tarla teknikleri dikkate alınmalıdır.

5—Traktör ve aletin ayarlanmasında, traktörün çeki kuvveti karakteristiğine dayanarak kullanışlı olacaktır.

6—Optimal hız, maksimum çeki kuvveti etki derecesi veya minimum zaman ve enerji kullanımına dayandırılabilir. Pratik için ikincisi ağır basarken, birinci ilişki, daha çok teorik (Toprak -alet karşılıklı etkisi) önem taşımaktadır.

7—Minimum zaman ve enerji sarfiyatı için optimal hız, maksimum çeki kuvveti için olandan daha küçüktür. Her ikisi de birim güce isabet eden ağırlığın (özgül ağırlık) fonksiyonudur. Lastik ve toprak durumunun optimal hıza etkisi nispeten küçüktür.

KAYNAKLAR

- 1- Sitkei, G. : Gesetzmässigkeiten der Schollenzerkleinerung bei der Saatbeetvorbereitung. Vortrag bei der Internationalen Tagung Landtechnik, Braunschweig 7-9 Nov. 1979.
- 2- Sitkei, G. : Allgemeine Zusammenhänge Zwischen der Leistung, dem Gewicht und den optimalen Betriebsparametern von schleppern. Grundl. Landtechnik Bd. 28(1978) Nr. 5, s 189/191
- 3- Stoppel, A. und W. Schäfer: Arbeitszeit-und Energiebedarf beim Pflügen in Abhängigkeit von Getriebegang, der Arbeitsbreite des Pfluges und der Schleppermasse. Grundl. Landtechnik Bd. 31(1981) Nr, 5, s. 161/71.