

## Traktörlerde Patinajın Sensör Yardımıyla Hesaplanması

Yusuf DİLAY<sup>1</sup>, Kadir SABANCI<sup>2</sup>, Adem ÖZKAN<sup>1</sup>, Cevat AYDIN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Karaman

<sup>2</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Karaman  
ydilay@kmu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 06.05.2016 Kabul Tarihi (Accepted): 27.07.2016

**Özet:** Tarımsal faaliyetlerin ana güç kaynağını oluşturan traktörün etkin bir şekilde kullanımı üretim maliyetlerine yansımaktadır. Tarımsal alanların yapısı ve tarımsal faaliyetlerin çeşitliliği gereği, tekerleğin zemine tutunması güçleşeceğinden patinaj kaçınılmaz olmaktadır. Traktörün yüksek çeki kuvveti gerektiren işlemlerde dahi patinajın %15'i geçmemesi gerekmektedir. Sürücünün patinaj anlık olarak görebilmesi, yakıt sarfiyatını azaltırken, zamandan tasarruf sağlayarak verimliliği artıracaktır.

Bu çalışmada; arka tekerlekleri muharrir bir traktörde, bazı tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi esnasında meydana gelen patinajın bir sensör yardımıyla ölçülebilmesi amaçlanmıştır. Yapılan denemeler parsel boyutlarına göre değişmekle birlikte, en az 100 metrelik mesafelerde 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. En yüksek patinaj değeri % 32.60 ile pullukla derin toprak işlemede elde edilirken, en düşük patinaj değeri % 5.36 ile boş tarım arabası ile karayolunda elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mikro denetleyici, patinaj, sensör, traktör.

### Calculated Sensor to Aid Tractor Skidding

**Abstract:** Tractor constitutes the main power supply to the agricultural sector, but also represents the most important input in terms of production costs. The proper use of tractors will reduce the cost of agricultural activities. Due to the diversity of structures and the agricultural activities of agricultural land, the ground will be difficult to hold the wheel spin is unavoidable. Even in the tractor operations requiring high traction force should not exceed 15% of the skid. Slip the drive can be seen in real time, while reducing the fuel consumption will increase productivity by saving time.

In this study, the slip occurring in certain agricultural activities, with the help of hall effect sensors and Arduino board, measured in real time, the driver is provided to see the LCD screen. In this case, the driver gave way to more appropriate use. Although the trials vary depending on parcel size and is made in 3 replications at least 100 meters. The highest value was obtained skating deep tillage to plow with 32.60% was obtained in the road with a trailer with the 5.36% minimum spin agricultural value.

**Key words:** Microcontroller, skating, sensor, tractor.

### GİRİŞ

Petrol fiyatlarının hızla artması, bütün araçlarda yakıt tüketiminde tasarrufu zorunlu kılmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde traktörlerin verimli bir şekilde kullanılması yakıt tüketimi için hayati öneme sahiptir (Wisner and Luth 1974, Brixius 1987). Traktör performansında en önemli rolün patinaj olduğunu bildirmişlerdir. Traktör kullanımında maksimum verim,

patinajın uygun değer aralıkta kullanılması ile sağlanabilmektedir (Zoz 1970). Bununla birlikte, çok değişken toprak şartları, farklı traktörler ve tarımsal faaliyetler, patinajın her zaman uygun değer değerlerde kalmasını mümkün kılmamaktadır.

Yeni ve teknolojik traktörlerde maksimum çeki performansını sağlayan özellikler bulunurken, daha

eski tarihlerde üretilen ve halen tarımsal faaliyetlerde kullanılan traktörlerin verimli kullanıldığı söylenemez. Özellikle derin toprak işleme gibi ağır tarımsal faaliyetlerde, traktöre uygun ekipmanın seçilmemesi patinajın artmasına neden olmaktadır.

Tewari ve ark. (2010), çeşitli eşitlikler yardımıyla tarım traktörlerinde patinajı tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmalarında en uygun modellemeyi, Hindistan da yaygın olarak kullanılan tek aks muharrik traktörlerde elde etmişlerdir. Araştırmalarının sonucunda bir çeki katsayısı geliştirmişlerdir. Pranav ve ark. (2010), Dijital devirmetre ile 2 tekerleği muharrik traktörlerde patinajı hesaplamışlardır. Pranav ve ark. (2012), 2 tekerleği muharrik traktörlerde otomatik patinaj kontrol sistemi geliştirdiklerini bildirmişlerdir. Bu sistem ile patinaja bağlı olarak traktörün çeki performansını, çeki verimliliğini ve yakıt tüketimini otomatik olarak kontrol etmişlerdir.

Son yıllarda mikro denetleyici ve sensör teknolojisindeki gelişmeler mikro denetleyici ve sensör fiyatlarını oldukça ucuzlatmıştır. Teknolojik gelişmeler ve ekonomik olmaları nedeniyle mikro denetleyiciler ve sensörler birçok endüstri alanında olduğu gibi tarımsal alanlarda da yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Her ne kadar mikro denetleyiciler ve sensörlerin fiyatı düşük olsa da bu teknolojilerin etkin bir şekilde kullanımı bir yazılım programının geliştirilmesi mümkün olabilmektedir.

Koç ve Keskin (2011) Mikro denetleyici ve ultrasonik sensör kullanarak tarla pülverizatörleri için otomatik bum dengeleme sistemini geliştirmişlerdir. Sabancı ve Aydın (2012) mikro denetleyici ve manyetik sensör kullanarak pnömatik ekim makinasının ekim yaptığı alanı hesaplayan ve ekici ayaklardaki herhangi bir sorunda kullanıcıya uyarı veren bir sistem geliştirmişlerdir. Sabancı ve Aydın (2013), balya makinaları için elektronik bir balya sayacı geliştirmişlerdir. Sistemde balya makinesinin bağlama ünitesine yerleştirilen Manyetik etki sensörü yardımıyla balya makinesinde paketlenen balyaların sayımını gerçekleştirmişlerdir. Kontrol ünitesinde, Microchip firmasının ürettiği PIC 16F628A mikro denetleyicisi kullanılmıştır. Kontrol ünitesi üzerindeki 4 haneli ekranda balya adet bilgisi gösterilmiştir.

Bu çalışmada; arka tekerlekleri muharrik bir traktörde, bazı tarımsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi esnasında meydana gelen patinajın bir sensör yardımıyla ölçülebilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Patinajın hesaplanmasında iki farklı hız bileşeni kullanılır. Bunlar teorik ve gerçek hızdır. Teorik hız traktörün muharrik tekerleğinin çapı ve dakikadaki devir sayısı yardımıyla bulunabilir. Gerçek hız ise, traktörün birim zamanda aldığı yoldur. Bu çalışmada, patinaj hesaplanırken hız yerine, traktörün muharrik tekerleğinin devir sayısı kullanılmıştır. Traktörün farklı tarımsal faaliyetlerde (toprak işleme, ekim, gübreleme vb.) çalışması esnasında, ortalama patinaj değeri hesaplanmıştır. Denemeler, Karaman'da hububat tarımı yapılan ve sulanan bir tarlada, en az 100 metrelik parsellerde, üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Denemelerde kullanılan traktörün lastik hava basıncı ve aks yükü, tüm denemeler boyunca sabit tutulmuştur.

Gerçekleştirilen sistemde Allegro MicroSystems firmasının ürettiği olduğu A1104 manyetik etki sensörü kullanılmıştır. Sistemde kullanılan manyetik etki sensörü devresi, sensör kılıfı ve sensörü tetikleyen mıknatıs Şekil 1' de görülmektedir.



**Şekil 1. Çalışmada kullanılan manyetik etki sensörü ve kılıfı**

Figure 1. Magnetic effect sensor and its cover used in this study

Gerçekleştirilen sistemin kontrol ünitesinde Arduino Mega 2560 kartı kullanılmıştır. Arduino bir giriş/çıkış (input/output) kartı ve Java tabanlı bir dilin yer aldığı geliştirme ortamından oluşan bir fiziksel programlama platformudur. Atmel firmasının ürettiği Arduino geliştirme kartlarında kendi yazılımları olan Wiring programıyla, esasında C tabanlı, programlanır (Ağyol ve ark. 2013, Sabancı ve ark. 2015). Arduino

IDE kod editörü ve derleyici olarak görev yapan, aynı zamanda derlenen programı karta yükleme işlemini de yapabilen, her platformda çalışabilen Java programlama dilinde yazılmış bir uygulamadır. (Embedded System 2016).

Arduino Mega 2560, Atmega 2560 mikro denetleyiciye sahip Arduino ailesinin bir ürünüdür (Arduino Mega 2016). Şekil 2' de Arduino Mega 2560 geliştirme kartı görülmektedir. Çizelge 1'de ise Arduino Mega 2560 geliştirme kartının genel özellikleri verilmiştir.



**Şekil 2. Arduino Mega 2560 Geliştirme Kartı**  
Figure 2. Arduino Mega 2560 Development Board

**Çizelge 1. Arduino Mega 2560 geliştirme kartının genel özellikleri (Arduino Mega 2016)**

Table 1. Features of the Arduino mega 2560

GENEL ÖZELLİKLER	
Mikro denetleyici	ATmega2560
Çalışma Gerilimi	5V
Besleme Gerilimi (Önerilen)	7-12V
Besleme Gerilimi (Limitler)	6-20V
Dijital I/O Pinleri	54 (14 ü PWM çıkışı)
Analog Giriş Pinleri	16
Çıkış Akımı (Pin Başına)	40 mA
Çıkış Akımı (3.3V)	50 mA
Flash Hafıza	256 KB (8KB'ını bootloader kullanıyor)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Çalışma Frekansı	16 MHz

Verilerin elde edilmesi için, traktörün arka tekerleklerinden birinin merkezine, eşit aralıklarla toplam 8 adet mıknatıs ve mıknatısları görece şekilde bir adet manyetik etki sensörü yerleştirilmiştir. 8 adet mıknatıs kullanılmasının sebebi ölçülen mesafenin daha

hassas bir şekilde hesaplanması içindir. Arduino Mega 2560 üzerindeki program, manyetik etki sensöründen gelen 8 çıkış sinyali gelince yani traktörün tekerleğinin bir tam tur attığı zamanki mesafeyi bulmak için aşağıdaki eşitliği kullanılmıştır.

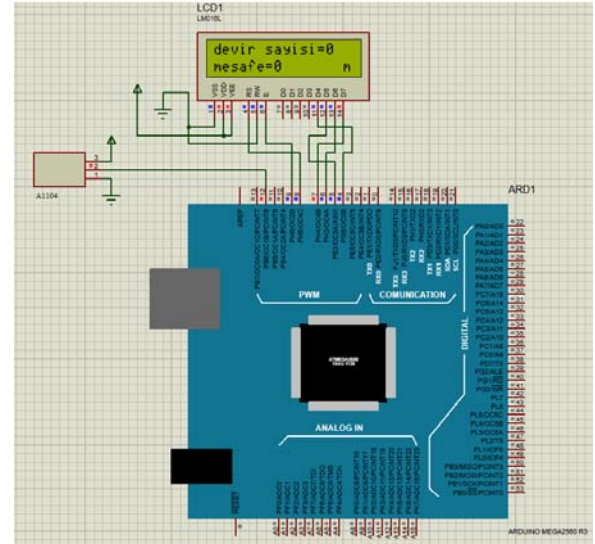
$$C=2*\pi*r$$

C: Ezilmiş lastik çevresi (m)

r =Tekerlek yarı çapı

Böylece Arduino Mega 2560, sensörlerden gelen sinyal adetine göre traktörün aldığı mesafeyi hesaplayarak, kullanıcı önündeki 2x16 LCD ekrana göndermektedir. Kullanıcı traktörün aldığı mesafeyi anlık olarak LCD ekrandan takip etmektedir.

Manyetik etki sensöründen gelen sinyaller, Arduino kart ve hazırlanan program yardımıyla, muharrik tekerleğin devir sayısı tespit edilmiştir. Sisteme ait devre şeması Şekil 3' de verilmiştir.



**Şekil 3. Devre şeması**

Figure 3. Circuit diagram

Elde edilen tüm veriler Microsoft Excel programında işlenerek, ortalama patinaj değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamada aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır.

Sensörden gelen sinyale bağlı olarak alınması gerek yolun ( $L_G$ ) hesaplanması;

$$L_G = \frac{S_x * C}{8}$$

$L_G$ : Alınması gereken yol (m)

$S_x$ : Sensörden gelen sinyal miktarı (Adet)

C: Ezilmiş lastik çevresi (m)

Tekerlekteki kaymanın hesaplanması;

$$P = \left(1 - \frac{L}{L_G}\right) * 100$$

P: Patinaj (%)

L: Deneme parcelinde ölçülen mesafe (m)

Sistemin çalışması ile ilgili akış diyagramı Şekil 4 de verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi, sensörden gelen sinyaller, Arduino kart ve hazırlanan program yardımıyla, bilgisayarda işlenmektedir. Önceden ölçülen mesafeyi, traktörün muharrik tekerleğinin kaç devir yaparak aldığı bulunmaktadır. Böylelikle alınan yol (L) ve alınması gereken yol (L<sub>G</sub>), yukarıda verilen formüller yardımıyla (%) patinaj (P) olarak bulunmaktadır.

Sistemin ön denemeleri laboratuvar şartlarında, traktörün farklı ekipman ile kullanımlarında yapılmıştır. Bu amaçla traktörün arka tekerlekleri lift ile kaldırılarak boşa çıkartılmıştır. Muharrik tekerleğin devir sayısı, mekanik takometre ve sistemdeki sensör ile eş zamanlı olarak ölçülmüştür. Sistemin doğruluğunu tespit etmek için alınan bu değerler, birbiriyle karşılaştırılarak, sistem kalibre edilmiştir. Ön denemeler 5 farklı tekerlek devir sayılarında 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Denemelerin tarla şartlarında yapılmasında Steyr 870 arka tekerlekleri muharrik standart tarım traktörü kullanılmıştır. Traktör kuyruk mili çıkış gücü 52 kW(70 BG), Arka tekerleklerin lastik ölçüsü 13.6-36.8 PR, ön tekerleklerin lastik ölçüsü ise, 7.50-16.8 PR dir. Ön tekerlek 2013 yılı 32 hafta, arka tekerlekler ise 2007 yılı 21. haftada üretilmiştir.

Gerçek tarla denemeleri; traktör, karayolunda 2 akslı 4 tonluk boş tarım arabasını, tarlada; 3 gövdeli kulaklı pulluğu, 11 ayaklı kültivatörü ve 18 ekici ayaklı sıravari hububat ekim makinesini çekerken, yapılmıştır. Her bir işlem, aynı tarlada, kumlu killi toprak şartlarında gerçekleştirilmiştir.

Sensörden gelen sinyallerin mesafeye dönüştürülmesinde, patinajın hesaplanmasında Microsoft Excel programından kullanılmıştır. Manyetik etki sensörünün ve mıknatısların traktör ve traktör arka tekerleğine montajlanmış hali Şekil 5' te görülmektedir.



Şekil 4. Programın akış diyagramı.

Figure 4. Flow chart of the programme (software)



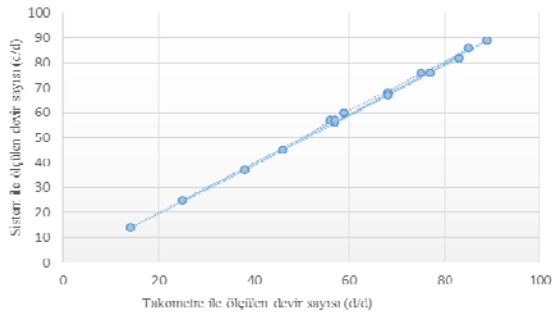
Şekil 5. Manyetik etki sensörü ve mıknatısların montajı

Figure 5. Installation of the magnetic effect sensor and magnets

## ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmanın ön denemeleri Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Makine atölyesinde gerçekleştirilmiştir. Denemeler geliştirilen patinaj ölçüm sistemi ve ortalama devir sayısı takometresi kullanılarak yapılmıştır. Ölçümler eş zamanlı olarak alınmıştır.

Traktörün arka tekerleğinin, geliştirilen sistemle ve mekanik takometre ile ölçülen devir sayılarını gösteren grafik Şekil 6 da verilmiştir. Geliştirilen sistemle ölçülen ve takometre ile ölçülen devir sayıları arasındaki fark en fazla  $\pm 0.125$  devir olarak bulunmuştur.



**Şekil 6. Atölye şartlarında sistemin denemesi ile elde edilen devir sayıları**

Figure 6. Rotation speeds of the system

Şekil 6'dan da görüleceği gibi, geliştirilen sistemle ve takometre ile ölçümde elde edilen sonuçlar birbirine çok yakın bulunmuştur. Gerçek tarla denemeleri esnasında, farklı tarımsal faaliyetlerin

hesaplanan patinaj değerleri ise Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 2'den görüleceği gibi, en düşük patinaj değerleri, karayolu ile taşımada bulunmuştur. Karayolu ile taşımada en düşük patinaj değeri % 5.36 olarak bulunmuştur. Bunu sırası ile % 7.29 ve % 10.64'lük patinaj değerleri izlemiştir.

Tarımsal faaliyetler içerisinde en fazla çeki kuvveti gerektiren işlem toprak işlemedir. Bu işlemde iş derinliği ve makinenin efektif iş genişliği arttıkça çeki kuvveti ihtiyacı artmaktadır. Denemeler sonucunda en yüksek patinaj değeri 3 gövdeli pulluk ile çalışma esnasında % 32.60 ile bulunmuştur. Bunu sırası ile % 25.80 ve % 18.64 izlemiştir.

Kültivatör ile toprak işlemede gerekli çeki kuvveti ihtiyacı ise iş derinliği daha düşük olduğundan, pullukla toprak işlemeye göre daha düşük çıkmaktadır. Dolayısıyla patinaj değerleri de kültivatörle işlemede daha düşük çıkmıştır.

Kültivatör ile çalışmada patinaj değerleri % 20.28 ile % 24.71 arasında bulunmuştur.

Ekim makinesi ile çalışmada çeki kuvveti ihtiyacı ise kültivatör ile çalışmadan daha düşük değerlerde bulunmuştur. Makinenin çekilmesi esnasında çeki ihtiyacı olmaktadır. Ancak bu esnada meydana gelen patinaj değeri ise kabul edilebilir sınırlar içerisinde kalmıştır. Hububat ekiminde belirlenen en yüksek patinaj değeri % 17.75 olurken en düşük patinaj değeri % 14.79 olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 2. Farklı tarımsal faaliyetlerde hesaplanan patinaj değerleri**

Table 2. The slippage values calculated in different agricultural activities

Tarımsal Faaliyet Türü	Alınan Mesafe (m)	Alınması Gereken Mesafe (m)	Tekerrür	Patinaj (%)
Tarım Arabası İle Karayolunda Taşıma	115.65	122.2	1	<b>5.36</b>
	210	235	2	10.64
	305	329	3	7.29
3 Gövdeli Pullukla Toprak İşleme	95.6	117.5	1	18.64
	83.7	112.8	2	25.80
	88.7	131.6	3	<b>32.60</b>
11 Ayaklı Kültivatör	112.4	141	1	20.28
	92	122.2	2	24.71
	98.3	126.9	3	22.54
18 Ayaklı Hububat Ekim Makinası	123.7	150.4	1	17.75
	160.2	188	2	14.79
	136.5	164.5	3	17.02

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma sonucunda elde edilen verilere bakılacak olursa, yüksek çeki kuvveti gerektiren tarımsal faaliyetlerde daha yüksek oranda patinaj meydana gelirken, daha az çeki kuvveti gerektiren faaliyetlerde ise daha düşük patinaj değerleri meydana geldiği görülmüştür. Bu sonuçlar literatür araştırmasında verilen değerlerle paralellikler göstermektedir.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Ağyol E, Kuncan M, Ertunç HM (2013). Özel Şifreli, Telefon Uyarımlı Ve Android Uygulamalı Araç Güvenlik Sistemi. 8.Mekatronik Tasarım ve Modelleme Kongresi Bildiri kitabı sayfa 11-20, 20 Eylül 2013, Ankara, Türkiye
- Arduino Mega (2016), <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560> (Accessed to web: 20.05.2016).
- Brixius WW (1987). Traction prediction equations for bias ply tires. ASAE paper, 87(1622), 8.
- Embedded System (2016), Wikipedia, [http://www.wikipedia.org/wiki/Embedded\\_system](http://www.wikipedia.org/wiki/Embedded_system) (Accessed to web: 26.05.2016).
- Koç C, Keskin R (2011). Tarla Pülverizatörleri için PIC Kontrollü Aktif Bir Bum Dengeleme Sisteminin Geliştirilmesi, Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences 17: 24-33.
- Pranav PK, Pandey KP, Tewari VK (2010). Digital Wheel Slipmeter for Agricultural 2 WD Tractors, Computer and Electronic in Agriculture 73:188-193.
- Pranav PK, Tewari VK, Pandey KP, Jha, KR (2012). Automatic Wheel Slip Control System in Field Operations for 2WD Tractors, Computer and Electronic in Agriculture 84:1-6.

Araştırmada, geleneksel ölçüm yöntemleri yerine, Arduino Mega kartın kullanılması ile ileriki çalışmalarda, traktörün çalışma esnasındaki anlık patinaj değerleri uzaktan izlenebilecek ve sistemin çalışmasına müdahaleler yapılabilecektir.

- Sabancı K. ve Aydın C (2012). Mikrodenetleyicili Tohum Ekim Ünitesinin Tasarım Parametreleri, 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, 05-07 Eylül 2012, Samsun
- Sabancı K. ve Aydın C., (2013). Mikrodenetleyici Kontrollü Balya Sayacı Tasarımı, Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, ISSN:1306-0007, Vol 2, pp.149-152.
- Sabancı, K., Koklu, M. and Ekinci, S. (2015). Determination Of Nitinol Fibers Performances By Means Of Embedded Systems. International Journal of Applied Mathematics, Electronics And Computers, 3(2): 136-138.
- Tewari VK, Pandey KP, Pranav PK (2010). A Review on Traction Prediction Equations, Journal of Terramechanics 47: 191-199.
- Wisner RD and Luth HJ (1974). Off-road traction prediction for wheeled vehicles, Transactions of the ASAE, 17 (14): 8-10.
- Zoz FM (1970). Predicting Tractor Field Performance. American Society of Agricultural Engineers. Paper No: 70-118.