

## Lastik Defleksiyonu-Temas Alanı İlişkisinin Değerlendirilmesi

Kazım ÇARMAN<sup>1</sup>, Ali Yavuz ŞEFLEK

S.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Konya  
<sup>1</sup>karman@selcuk.edu.tr

**Özet:** Bu çalışmada, farklı zemin koşullarında lastik profil yüksekliği ve iç basınç değerlerindeki değişimin lastik iz düşüm alanları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Lastik iz düşüm alanları 173-684cm<sup>2</sup>, iz derinlikleri ise 38-70mm arasında değişmiştir. Artan lastik defleksiyon değerlerine bağlı olarak iz düşüm alanları artmıştır. Artan defleksiyon değerlerine bağlı olarak temas alanı geometrisi dikdörtgene benzemektedir. Lastik defleksiyonu ve profil yüksekliği değerlerindeki değişimin iz düşüm alanları üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Lastikteki defleksiyon değerlerindeki değişimin profil yüksekliğinden daha çok temas alanları üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Lastik defleksiyonu, profil yüksekliği, iz düşüm alanı, iz derinliği

### Evaluation of Relation Tyre Deflection-Contact Area

**Abstract:** In this research, the effect on tyre contact area of tyre lug height and inflation pressure values on different surface conditions were examined. Tyre contact area and surface sinkage were varied from 173 to 684 cm<sup>2</sup> and from 33 to 70 mm respectively. Tyre contact area increased as increasing deflection values. The geometry of tyre contact area became rectangular with curved edges as increasing deflection. The effect on contact area of tyre deflection and lug height were found significantly. Tyre deflection was the major contributory factor on contact area as compared to lug height.

**Key words:** Tyre deflection, lug height, contact area, surface sinkage

### GİRİŞ

Günümüzde yoğun tarım uygulaması, traktör ve tarım makinelerinin kütlelerindeki artışlar tarımda bazı sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sorunlar; toprak sıkışması, enerji tüketimi, işgücü ve üretim masraflarındaki artışlardır. Ekonomik tarım için bu sorunları en az düzeye indirecek optimum traktör – ekipman seçiminin yapılması gereklidir.

Tarımda toplam enerji tüketiminin yaklaşık %20'si traktör tarafından harcanmaktadır. Bu nedenle tarımsal mekanizasyon faaliyetlerinin verimli bir şekilde yapılabilmesi, bu alanda kullanılan pnömatik lastiklerin profil şekli ve yüksekliği gibi yapısal özelliklerinin yanı sıra, dinamik yük ve iç basınç gibi işletme karakteristiklerinin değişen toprak şartlarına göre güç üniteleriyle uyumlu seçilmesine bağlıdır. A.B.D. de tarımsal güç ünitelerinin yetersiz çeki verimleri nedeniyle yıllık yakıt kaybı 576 milyon litre

olarak tahmin edilmektedir (Upadhyaya ve Wulfsohn, 1990). Araştırma sonuçları göstermiştir ki, traktör muharrik lastiklerine iletilen enerjinin %20-55'i işe dönüşmeden çeki elamanlarında kaybolmaktadır. Bu enerji sadece kaybolmamakta, aynı zamanda toprakta sıkışmaya neden olarak bitkisel üretim için önemli bir problemi doğurmaktadır (Burt ve ark., 1983; Çarman ve Cevat, 2002).

Rijit bir yüzey üzerindeki pnömatik lastikler için basınç dağılımı, yalnız lastik iç basıncına değil ayrıca, lastik karkasının esnekliğine ve lastik profillerinin özelliklerine bağlı olarak değişir. Traktör muharrik tekerlekleri üzerindeki profiller toplam temas alanının %20-25'ini kaplarlar. Bu nedenle profiller üzerindeki gerilmeler ortalama gerilmelerin yaklaşık beş katı kadar büyüktür (Carpenter ve ark., 1985; Çarman, 1992).

Bir tekerleğin yükü ve temas alanının büyüklüğü ile ilgili olan temas basıncı, toprak üst yüzeyinden toprağın derinliklerine ve yanlara doğru yayılmaktadır. Temas basıncının bu etkisi toprağın tipine göre elastik veya plastik şekil değişimine neden olmaktadır. Lastik tekerleklerinin temas alanı bu şekil değişimine bağlı olarak lastik iç basıncıyla yakından ilgilidir. Lastik yükündeki iki katlık artış temas alanını %30-40 oranında artırırken, lastik iç basıncındaki iki katlık artış ise temas alanının %70-80 oranında azalmasına neden olmaktadır (Schwaghart, 1991).

Monroe ve ark., (1990) dört farklı profil şekline sahip traktör muharrik lastiğinin performansını incelemişlerdir. Patinaja bağlı olarak toprakta en büyük bozulma alanını yüksek profil derinliğine sahip lastikte, en küçük ise düz (kabak) lastik yapısında elde etmişlerdir. Çeki verimliliği değerlerindeki değişiminin ise küçük olduğunu saptamışlardır.

Ajay Kumar, (1996) rijit ve gevşek yüzelerde pnömatik lastiklerin temas alanlarının tahmini için teorik ve ampirik modeller önermişlerdir. Pnömatik lastikler için rijit yüzelerdeki temas alanlarının geometrik şekillerinin dikdörtgen yada elipse benzediğini ancak, elips şeklinin temas alanının tanımlanmasında daha belirleyici olduğunu vurgulamışlardır.

Bu çalışmanın amacı, pnömatik lastiklerin sabit yükte farklı profil yüksekliği ve iç basıncı değerlerinde beton ve toprak zemin koşullarında meydana getirdikleri iz düşüm alanlarının değişimini saptamaktır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada 7.00-18 ölçülerinde 3 farklı profil yüksekliğine sahip radyal muharrik lastik kullanılmıştır (Çizelge 1). Denemeler sabit lastik yükünde (600daN) ve 4 farklı lastik iç basıncında (80; 120; 160 ve 200kPa) yürütülmüştür. Lastiklerin beton zemin ve iki farklı toprak koşulundaki iz düşüm alanları saptanmıştır. İki farklı toprak koşuluna ait bazı fiziksel özellikler Çizelge 2 'de verilmiştir.

Lastiklerin beton zemindeki iz düşüm alanlarını belirlemek amacıyla lastik kriko yardımıyla yerden kaldırılarak belirli bir yüzeyi boyanmış ve daha sonra zemin üzerindeki beyaz kağıt üzerine indirilmiştir. Bu işleme lastik her seferinde 5-10° döndürülerek 4-5 kez devam edilmiştir. Kağıt üzerinde oluşan iz alanları bilgisayar ortamında SigmaPro Scan yazılımı kullanılarak ölçülmüştür.

Toprak üzerindeki lastiklerin iz düşüm alanlarını belirlemek için 600x600x250 mm ölçülerindeki sac kasalar kullanılmıştır. Saclar içerisine doldurulan toprakta iki farklı fiziksel özellik elde edebilmek için 90 mm çapında ve 9670 gram ağırlığındaki silindirden faydalanılmıştır. Toprak içerisinde oluşturulan iz düşüm alanlarını belirlemek için , oluşturulan her bir yüzey alanının dijital kamerayla fotoğrafları alınmış ve yine bilgisayar ortamında SigmaPro Scan yazılımıyla alanları ölçülmüştür. Toprakta meydana gelen iz derinliklerini saptamak için iz alanları boyuna kesilerek dijital kamerayla fotoğrafları alınmış ve bilgisayar ortamında iz derinlikleri ölçülmüştür.

**Çizelge 1. Araştırmada kullanılan lastiğin bazı teknik özellikleri (yüksüz durumda)**

Lastik ölçüsü	Profil yüksekliği (mm)	Lastik çapı (mm)	Lastik kesit yüksekliği (mm)	Profil alanı/toplam alan
7.00-18 / 6 kat	25 (P1)	804	173.5	%21
	8 (P2)	765	154	
	3 (P3)	754	148.5	

**Çizelge 2. Toprak zemine ait bazı özellikler**

Toprak Tekstürü			Nem (kb)	Hacim Ağırlık	Penetrasyon direnci
Killi -Tın			(%)	(g/cm <sup>3</sup> )	(kPa)
%Kil	%Kum	%Silt	16.26	(T1) 0.98	700
32,68	41,18	26,14	17.17	(T2) 1.25	1200

Beton zemin üzerinde sabit lastik yükünde, değişen lastik iç basıncında lastiklerde meydana gelen defleksiyonu (%) (çökme) belirlemek için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$D = \left( 1 - \frac{\text{Yüklü durumda lastik kesit yüksekliği}}{\text{Yüksüz durumda lastik kesit yüksekliği}} \right) \cdot 100$$

## SONUÇ ve TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan 4 farklı lastik iç basıncına bağlı olarak üç farklı profil yüksekliğine sahip lastiklerde aşağıdaki defleksiyon değerleri elde edilmiştir (Çizelge 3). Her üç farklı profil yüksekliğine sahip lastik içinde, iç basınca bağlı olarak defleksiyon değerlerinin değişiminde ortalama değerler kullanılmıştır.

Beton zemin üzerinde yapılan deneylerde lastiklerin iz düşüm alanları 173-286 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir. İki farklı toprak koşulunda yapılan çalışmada ise iz düşüm alanları 438-684 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir (Şekil 1). Lastik defleksiyonu, profil yüksekliği ve zemin şartlarındaki değişiminin lastik iz düşüm alanları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi Çizelge 4 de verilmiştir.

Artan defleksiyona bağlı olarak lastiklerin iz düşüm alanları artmıştır. Defleksiyon değerlerindeki %211 lik artış, lastik iz düşüm alanlarında beton zeminde %42-52, toprak zeminde ise %9-17 oranında bir artış sağlamıştır. Schwanghart (1991), lastik iç basıncındaki iki katlık artışın temas alanını %70-80 oranında azalttığını belirtmiştir. Lastiklerin defleksiyon değerlerindeki değişime bağlı olarak, iz düşüm alanlarının şekli geometrik olarak değişmektedir. Küçük defleksiyon değerlerinde lastik temas alanlarının geometrisi elipse, artan defleksiyon değerlerine bağlı olarak ise temas alanlarının geometrisi dikdörtgene benzemektedir (Şekil 2). Benzer sonuçlar Upadhyaya ve ark., (1990) tarafından da saptanmıştır. Varyans analizi sonuçları, defleksiyon değerlerindeki değişimin lastik iz düşüm alanları üzerindeki etkisinin önemli (P<0.01) olduğunu ortaya koymuştur.

Artan lastik profil yüksekliğine bağlı olarak lastik iz düşüm alanları %8.7 oranında artmıştır. Plackett (1984) artan lastik profil yüksekliğine bağlı olarak lastik temas alanlarının büyüdüğünü ve radyal lastiklerin diyagonal lastiklere göre daha az temas basıncı verdiğini saptamışlardır. Varyans analizi sonuçları profil yüksekliğinin temas alanları üzerindeki etkisinin önemli (P<0.01) olduğunu göstermiştir.

**Çizelge 3. Lastik profil yüksekliği ve iç basıncına bağlı olarak lastik defleksiyonu (%) değerlerindeki değişim**

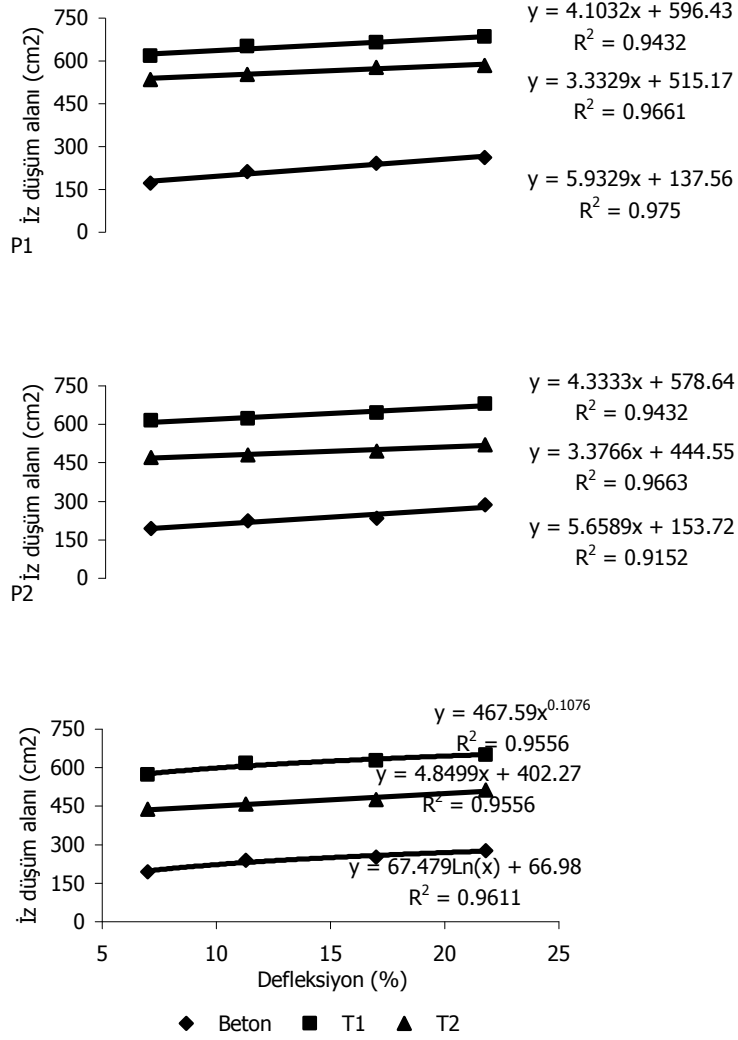
Profil Yüksekliği	Lastik İç Basıncı (kPa)			
	80	120	160	200
25	22	17	11.5	7
8	21	16.5	10.5	6.5
3	22.5	17.5	12.2	7.7
Ortalama	21.8±0.76	17±0.5	11.3±0.76	7±0.5

**Çizelge 4. Lastik iz düşüm alanları üzerinde yapılan varyans analiz ve LSD testi sonuçları**

V.K.	S.D	K.O.	F
Tekerrür	1	0,125	0,28ns
Defleksiyon (D)	3	16351,7	31146**
P. Yüksek. (P)	2	8416,2	16031**
Zemin (Z)	2	1028491	1959031**
DxPxZ	12	92,59	176**
Hata	35	0,52	-
Genel	71	30336,3	-

	Defleksiyon	P.Yüksek.	Zemin
	423,7 a	(P1) 480 a	(B) 232,5 a
	451,1 b	(P2) 455,7 b	(T1) 637,6 b
	468,3 c	(P3) 443,2 c	(T2) 509 c
	495,5 d		
LSD(%5)	0,49	0,42	0,425



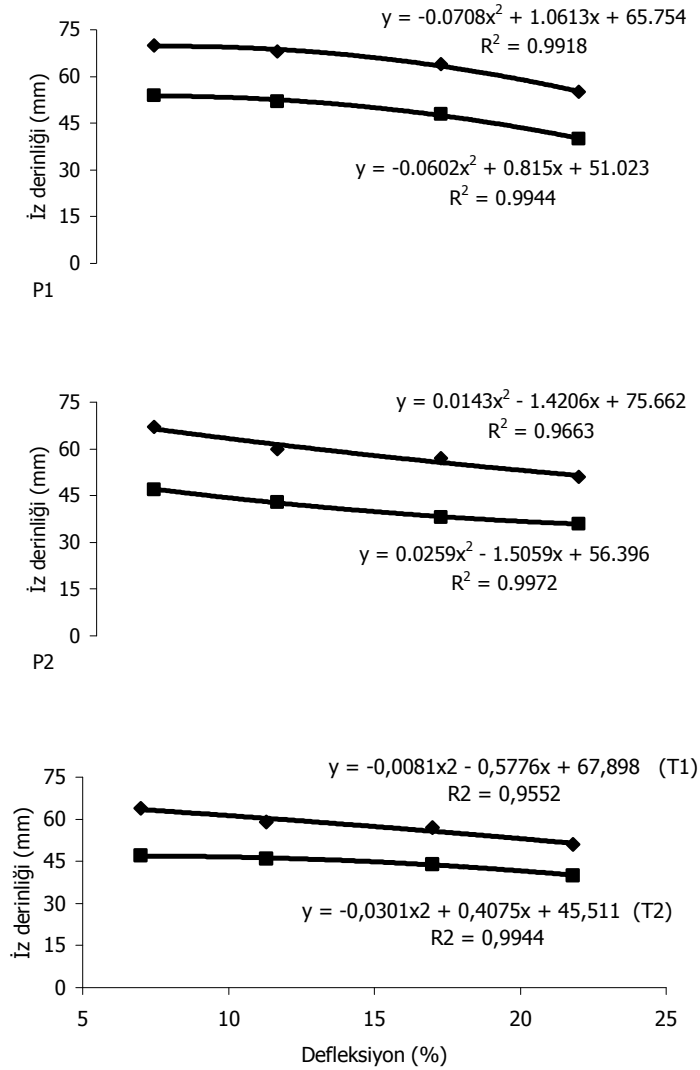
Şekil 1. Lastik iz düşüm alanına defleksiyonun etkisi



Şekil 2. Lastik iç basınçlarına bağlı iz düşüm alanları

Zemin şartlarına bağlı olarak lastik iz düşüm alanları 232-637,6 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir. Beton zemine göre lastik temas alanları T1 toprak koşulunda %174, T2 toprak koşulunda ise %119 oranında artmıştır. Toprak zemin koşullarında penetrasyon direncindeki yaklaşık %70 lik artış lastik iz düşüm alanlarında %20 lik bir azalmaya neden olmuştur. Varyans analizi sonuçlarına göre zemin koşullarındaki değişimin lastik iz düşüm alanları üzerindeki etkisinin önemli (P<0.01) olduğu bulunmuştur.

Toprak zeminde lastik defleksiyonu ve profil yüksekliği değerlerindeki değişime bağlı olarak iz derinlikleri 36-70 mm arasında değişmiştir (Şekil 3). Lastikte artan defleksiyon değerlerine bağlı olarak iz derinlikleri %21 azalmıştır. Artan lastik profil yüksekliğine bağlı olarak ise iz derinliği değerleri %14 artmıştır. Gee-Clough ve ark.,(1977) artan lastik profil yüksekliğine bağlı olarak iz derinliğinin arttığını, ve yine buna bağlı olarak ta lastik yuvarlanma direnci değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Toprak zemin koşullarında ortalama lastik iz derinlikleri arasındaki fark %26 olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 3. Lastik iz derinliğine defleksiyonun etkisi

Sonuç olarak çalışmada elde edilen bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir;

-Lastiklerde artan defleksiyon değerlerine bağlı olarak lastik iz düşüm alanları artarken, lastik iz derinliği azalmıştır.

-Lastik profil yüksekliği değerlerindeki artışa bağlı olarak lastik iz düşüm alanları artmıştır. Değişimin iz düşüm alanları üzerindeki etkisinin önemli olduğu bulunmuştur.

-Çalışmada ele alınan üç farklı zemin koşulunun lastik iz düşüm alanları üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Artan toprak penetrasyon direncine bağlı olarak iz düşüm alanları azalmıştır.

-Artan defleksiyon değerlerine bağlı olarak lastik iz düşüm alanlarının şekli elipsten çok dikdörtgene benzemektedir.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Burt, E.C., P.W. Lyne, P. Meiring, and J.F. Keen, 1983. Ballast and Inflation Effects on Tire Efficiency Transaction of the ASAE, 1352-1354
- Carpenter, T.G., N.R. Fausey and R.C. Reeder, 1985. Theoretical Effect of Wheel Loads on Subsoil Stresses. Soil and Tillage Research, 6, 179-192
- Çarman, K. and C. Aydın, 2002. Load and Velocity Effects on Tire. International Conference on Agricultural Engineering, Szent Istvan University, Budapeşte
- Çarman K., 1992. Tarımda Kullanılan Lastiklerin Potansiyel Sıkıştırma İndekslerinin Belirlenmesi.. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi, 494 - 5012, Samsun.
- Upadhyaya, S.K. and D. Wulfsohn, 1990. Relationship Between Tire Deflection Characteristics and 2-D Tire Contact Area. Transaction of the ASAE, 33(1), 25-30
- Monroe, G.E., E.C. Burt and A.C. Bailey, 1990. Tire Performance Using Different Treads on Traffic Lanes. Transaction of the ASAE, 33(1), 51-55
- Sharma, A.K. and K.P. Pandey, 1996. A Review on Contact Area Measurement of Pneumatic Tyre on Rigid and Deformable Surfaces. Journal of Terramechanics, 33(5), 253-264
- Gee-Clough, D., M. McAllister and D.W. Evernden, 1977. The Performance of Tractor Drive Tyres. Journal of Agricultural Engineering Research, 22, 373-384
- Scwanghart, H., 1991. Measurement of Contact Area, Contact Pressure and Compaction Under Tires in Soft Soil. Journal of Terramechanics, 28(4), 309-318
- Plackett, C.W., 1984. The Ground Pressure of Some Agricultural Tyres at Low Load and With Zero Sinkage. Journal of Agricultural Engineering Research, 19, 156-166