



Traktör Uygulamalarında Kullanılan Standart Yapı ve IF Lastik Yapısına Sahip Lastiklerin Taban İzlerinin ve Sehim Değerlerinin Kıyaslanması

Comparison of Footprint and Deflection Values of Tires with Standard Structure and IF Tire Structure Used in Tractor Applications

Onur Karaçay^{1*} , Süleyman Kılıç² 

¹Petlas Lastik Sanayi A.Ş., Gölhisar, Kayseri Yolu 7. Km., 40200, Kırşehir, Türkiye

²Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kırşehir, Türkiye

Öz

Traktör lastikleri, geniş yüzey alanları sayesinde toprağa uygulanan basıncı azaltarak toprağın daha az sıkışmasını sağlamakta ve bu sayede verimliliği artırmaktadırlar. Teknolojik gelişmelerle birlikte artan motor gücü, traktör boyutlarının ve ağırlıklarının artması toprak üzerinde sıkıştırma riskini daha da artıran etkenlerdir. Bu gelişmelerle birlikte toprak üzerinde oluşan yüzey basıncını azaltmak için düşük şişirme basıncına sahip olan yeni lastikler geliştirilmektedir. Bu yeni lastiklere artırılmış esnek ve çok yüksek esnek lastikler denilmektedir. Bu çalışmada, traktör uygulamalarında kullanılan normal yapıya sahip 600/70 R30 lastiği ile IF (Increased flexion) yapısına sahip olan IF 600/70 R30 lastiklerinin sabit yük altında, üç farklı jant yapısında basınç değişimleriyle taban izi ve sehim değişimleri incelenmiştir. Sonuç olarak, lastik taban izlerinin her iki lastik için de minimum şişirme basıncı olan 12psi'da maksimum taban izi alanına sahip olduğu, minimum taban izi alanı her iki lastikte maksimum şişirme basıncı olan 35psi ve DW21 jant ile elde edildiği görülmüştür. Lastiklerde maksimum sehim değeri 12psi ve W18 jant ile tespit edilmiştir. Lastik kullanımında tercih edilen jant ve şişirme basıncının taban izi alanına etkisi olduğu, toprak üzerinde oluşan yüzey basıncını azaltmak için lastik kullanım basıncının düşürülerek taban izinin artırılması gerekliliği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sehim, şişirme basıncı, temas alanı, toprak sıkışması, traktör lastikleri


Abstract

Tractor tires, thanks to their large surface areas, reduce the pressure applied to the soil, thus minimizing soil compaction and thereby increasing efficiency. Technological advancements, including increased engine power, have led to larger and heavier tractors, further increasing the risk of soil compaction. With these developments, new tires with low inflation pressures have been developed to reduce the surface pressure on the soil. These new tires are referred to as increased flexion (IF) and very high flexion tires. In this study, a comparison was made between a normal structure 600/70 R30 tire and an IF structure IF 600/70 R30 tire under a fixed load with three different rim structures, examining changes in pressure as well as changes in the footprint and deflection. The results show that at the minimum inflation pressure of 12psi, both tires exhibited the maximum ground contact area, whereas the minimum contact area was achieved at the maximum inflation pressure of 35psi with a DW21 rim for both tires. The maximum deflection value was recorded at 12psi with a W18 rim. It has been determined that the choice of rim and inflation pressure affects the contact area of the tire, and to reduce the surface pressure on the soil, it is necessary to reduce the tire inflation pressure to increase the contact area.

Keywords: Contact area, deflection, inflation pressure, soil compaction, tractor tires

*Sorumlu yazarın e-posta adresi: karacay.onur@ogr.ahievran.edu.tr

Onur Karaçay  orcid.org/0000-0002-3650-816X

Süleyman Kılıç  orcid.org/0000-0002-1681-9403



1. Giriş

Zirai alanda kullanılan lastiklerde, mahsule zarar vermeyen, düşük kayma oranlarına sahip, zemin üzerinde oluşan yüzey basıncını azaltan özellikler beklenmektedir. Son yıllarda traktör boyutlarının ve kapasitelerinin artışıyla birlikte lastiklerin yük ve hız indekslerinde artış olmuştur. Bu durumun toprak üzerinde sıkışma riskini meydana getirdiği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Arvidsson vd. 2011). Lastiklerin fiziksel özellikleri (lastik boyutları OD-SW) zemin üzerinde oluşan basınca etki etmektedir. Lastik şişirme basıncı da lastik-toprak temas alanında oluşan yüzey basıncı için önemlidir. Ayrıca küresel ısınma, karbon emisyonu oranı ve yakıt kaynaklarını kısıtlı olması, ekolojik olarak meydana gelebilecek olumsuz etkilerden dolayı düşük yakıt tüketimine sahip lastiklerin kullanılması tavsiye edilmektedir (Damanauskas vd. 2015). Zirai alan uygulamalarında lastikle zemin arasında oluşan basıncın makul seviyede olması, düşük basınca sahip lastiklerin kullanılması operasyonel verimlilik açısından önemlidir (Akay ve Erdaş 2007). Traktör lastiklerinde verimliliğe etki eden bir değer parametre kayma oranıdır. Mevcut traktör uygulamalarında traktör aks gücünün yaklaşık %20-%55'inin lastik-toprak ara yüzünde (yuvarlanma direnci) ve kayma nedeniyle boşa harcandığı, kayma oranının %15-%17'yi geçmemesi gerekliliği ifade edilmektedir (Janulevičius ve Damanauskas 2022). Bu durum, motor gücünün verimsiz kullanımına sebep olmakta ve toprakta daha fazla hasar oluşturmaktadır. Bununla birlikte belirli bir lastik ve lastik yükü için daha düşük seviyede lastik şişirme basıncı genellikle zemindeki temas alanını arttırdığı ve ortalama zemin basıncını azalttığı yapılan çalışmalarda ispatlanmıştır (Schjønning vd. 2008). Toprak sıkışıklığı, bitki gelişimi ve toprakta bulunan tohumun çimlenmesini engelleyen en önemli faktörlerden biridir. Okursoy (1992), yaptıkları çalışmada 80 kPa'nın üzerinde toprak sıkışıklığı değerinin bitki köklerinin gelişmesinde olumsuz etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmada, toprak sıkışıklığında traktör geçiş sayısı ve toprak özellikleri dikkate alınarak değerlendirme yapılmış olup, ilerleyen dönemde yapılacak çalışmalarda traktörlerde kullanılan lastiklerin boyutsal özellikleri, kullanım jantları ve lastik şişirme basınç değeri gibi kritik özelliklerin çalışmaya dahil edilmesiyle kapsamlı sonuçlar elde edilebileceği bildirilmiştir (Okursoy 1992). Bitkisel üretim çalışmalarında toprak sıkışıklığı, traktör lastiği ile toprak arasındaki etkileşime bağlı olarak değişkenlik gösterir. Toprak sıkışıklığı, genel olarak lastik iç basıncı, aks yükü, lastiğin geometrik özellikleri, toprak cinsi, nem oranı vb. değişkenlere bağlıdır (Özgöz ve Okursoy 2002).

Günümüzde hızla artan dünya nüfusu, tarımsal faaliyetler ve sürdürülebilir bitkisel üretim için önem arz etmektedir. Zirai alanda oluşan toprak sıkışmasının toprakta oluşan kütle yoğunluğunu etkilediği, bitkilerin kök yapısını değiştirdiği ve toprağın gözenekli yapısını azalttığı bilinmektedir (Shaheb vd. 2021). Lastik basıncının toprak kalitesi ve şeker pancarı büyümesi üzerinde etkileri incelenen bir çalışmada düşük lastik basıncının kullanılması, toprak sıkışmasını ve şeker pancarı verim kaybını sınırladığı söylenmiştir (Vanderhasselt, vd. 2022). Bu sonuçlar, tarımsal uygulamalarda doğru lastik basıncı kullanımının önemini vurgulamaktadır.

Lastiklerde sehim veya teknik terimiyle defleksiyon/ezilme ölçümü, lastiğin hava basıncı ve yük altında ne kadar sıkıştığını veya esnediğini belirlemek için yapılmaktadır (Abeels 1976). Yani lastik sehimi, bir lastiğin yüklü ve yüksüz durumları arasındaki yükseklik farkı olarak tanımlanmaktadır. Bu ölçüm, özellikle tarım ve ağır hizmet araçlarında lastiklerin doğru bir şekilde kullanılmasını sağlamak için önemlidir. Lastik aşınması, yol tutuşu, konfor, yük kapasitesi, verimlilik gibi birçok önemli faktörü etkileyen bir parametredir. Ar-Ge çalışmalarında sıklıkla incelenmektedir. Köylü (Köylü 2017), lastik basıncı ile dikey sehim arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Farklı hızlarda lastik sehimindeki değişikliklerin lastik basınç izleme sistemlerinde nasıl kullanılabileceğini araştırmıştır.

Standart lastiklere göre daha fazla yük taşıyabilen, geniş taban izine sahip, toprak sıkışması, yakıt tüketimi gibi etkenlerden dolayı artırılmış esnek (IF) ve çok yüksek esnek (VF) lastikleri geliştirilmiştir. Bu lastikler, standart radyal lastiklere kıyasla aynı eksen yükünü taşıırken daha büyük temas alanı sunarlar. Araştırmalar, IF ve VF lastiklerin kullanımının, tarım araçlarının toprak üzerinde yarattığı kompaksiyonu (lastik ile zemin arasında oluşan sıkışma miktarı veya basıncı) azalttığını göstermiştir (Tekeste vd. 2023). Bu lastiklerin kullanımı, toprak sıkışıklığını ve dolayısıyla mahsul verimliliğini olumlu yönde etkilemektedir. Tekeste vd. (Tekeste vd. 2016), IF ve VF gibi gelişmiş tarım lastiklerinin toprak sıkışması, çekiş, yakıt ekonomisi ve mahsul verimi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Düşük şişirme basınçlı lastik teknolojileri, özellikle tarım traktörleri ve ekim makineleri için, toprak sıkışmasını azaltmada ve tarım verimliliğini artırırda etkili bulunmuştur. Bu, lastiklerin şişirme basınçlarının doğru ayarlanması hem toprak sağlığını korumada hem de tarım makinelerinin operasyonel verimliliğini artırmada kritik bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

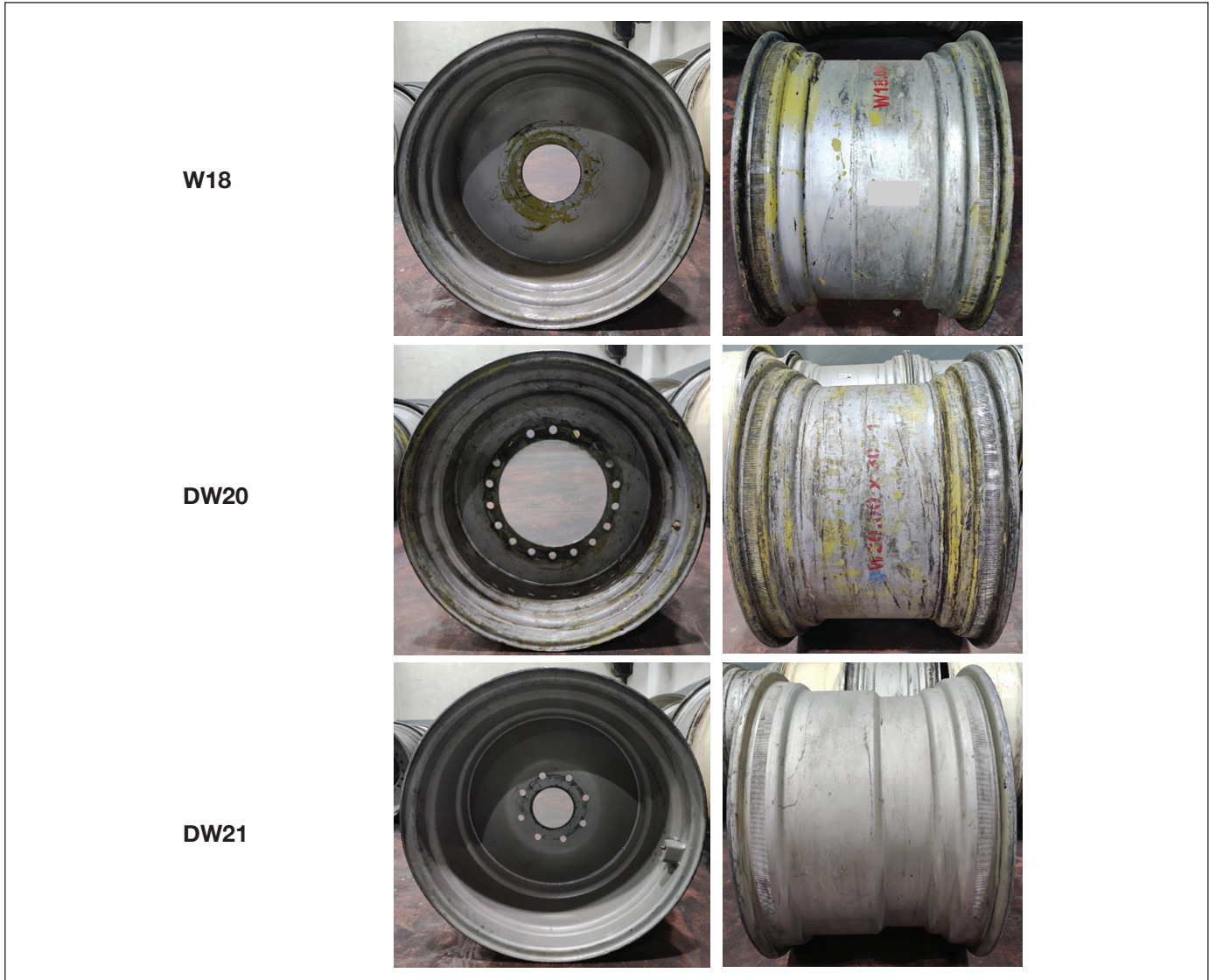
Literatürde yer alan bir diğer çalışmada, Jjagwe vd. (2023), lastik teknolojisinde şişirme basıncı azaltılmış, çekiş verimli-

liği ve toprak sıkışmasına etkilerini inceleyen sınırlı düzeyde çalışma olduğunu vurgulamışlardır (Jjagwe vd. 2023). Literatürde yer alan çalışmalar değerlendirildiğinde, lastik taban izi ölçümlerinin lastiklerin kullanım basıncı ve kullanım jantı etkisi altında değişimi konusundaki araştırmaların kısıtlı düzeyde kaldığı anlaşılmaktadır. Yapılan bu çalışmada, IF/VF lastiklerin belirlenmiş yükler altında jant ve basınç parametrelerinin standart lastik yapısı ile kıyaslanarak, lastik kullanımı sırasında yakıt ve zamandan tasarruf sağlayarak taban izlerinin belirlenmesi noktasında literatüre katkı sağlayacaktır.

Bu yeni geliştirilen lastiklerle ilgili Ar-Ge çalışmaları devam etmektedir. Bu çalışmada, geleneksel radyal ve IF teknolojiyle üretilmiş iki farklı tip lastik yapısının farklı parametrelerdeki taban izleri ve sehim değerleri incelenmiştir.

2. Gereç ve Yöntemler

Çalışma kapsamında, geleneksel radyal 600/70 R30 ve yeni nesil IF 600/70 R30 lastiklerinin farklı parametrelerde taban izi ve sehim değerleri karşılaştırılmıştır. Ölçümler, Kırşehir Petlas lastik fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Lastikler benzer ebatlı (600/70 R30, IF 600/70 R30) olmasına karşın iç yapıları farklıdır. Parametre olarak; yük, kullanım basıncı, kullanım jantı olarak belirlenmiştir. Her bir jant için en yüksek ve en düşük basınç değerleri (35 ve 12 Psi) seçilmiştir. Yükün etkisinin daha belirgin olması için IF lastiklerine daha fazla yük değeri uygulanmıştır. IF lastikleri, aynı hava basıncında standart radyal lastiklere göre daha fazla yük taşıyabilme kapasitesine sahiptir (Tekeste vd. 2023). Kullanılan Jant modelleri Şekil 1.'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kullanılan jant modelleri.

Bu jantların ölçüleri farklıdır. Şekil 2.'de verilen resimdeki A, G, D ölçüleri Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 2. Jant boyut özellikleri.

Çizelge 1. Jant boyutları.

Kullanım jantı	A	G	D
W18	457 mm	25,5 mm	766,8 mm
DW20	508 mm	29 mm	766,8 mm
DW21	533,5mm	29 mm	766,8 mm

Çalışmada kullanılan parametreler Çizelge 2'de verilmiştir.

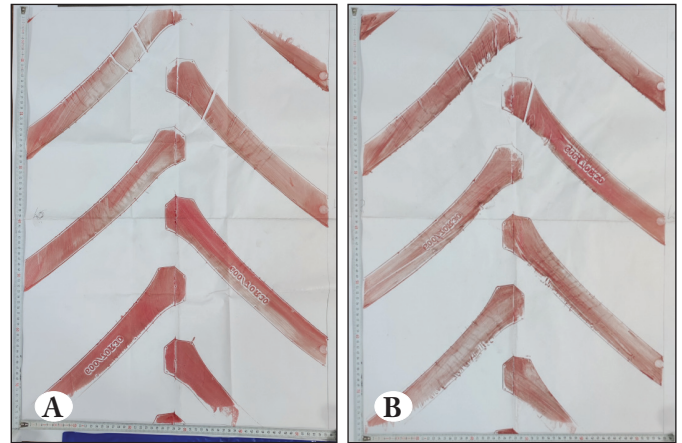
Çizelge 2. İşlem parametreleri.

Ebat	Basınç (Psi)	Jant	Yük (Kg)
600/70 R30	35	W18	4250
	12	W18	4250
	35	DW20	4250
	12	DW20	4250
	35	DW21	4250
	12	DW21	4250
IF 600/70 R30	35	W18	5150
	12	W18	5150
	35	DW20	5150
	12	DW20	5150
	35	DW21	5150
	12	DW21	5150

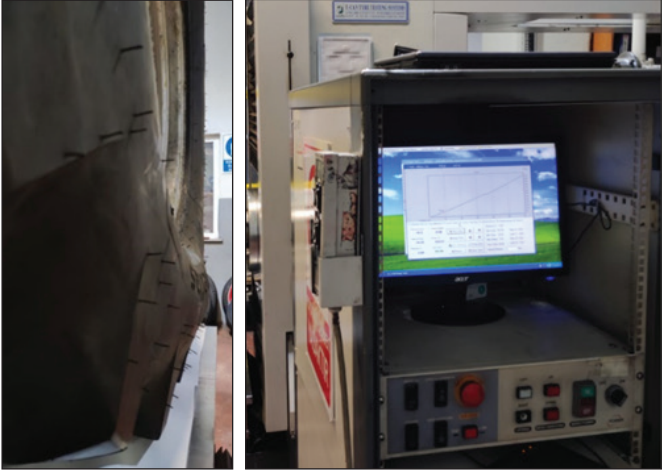
Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterildiği gibi her bir parametrede ölçümler yapılmıştır. Taban izi ölçümleri beyaz bir kâğıt üzerinde kırmızı boyalı lastik yüzey izinin ölçülmesi ile yapılmaktadır. Sehim ölçümü ise bilgisayar ve sensörlü sistemler aracılığıyla lastiğin yüklü ve yüksüz durumlarındaki yüksekliklerinin ölçümü ile yapılmaktadır (Şekil 5).



Şekil 3. Lastik taban izi alımı.



Şekil 4: A) 600/70 R30, W20 jant, 12psi, 4250k; B) IF600/70 R30, W18 jant, 12psi, 5150kg.



Şekil 5. Lastik sehim ölçümü.

3. Bulgular ve Tartışma

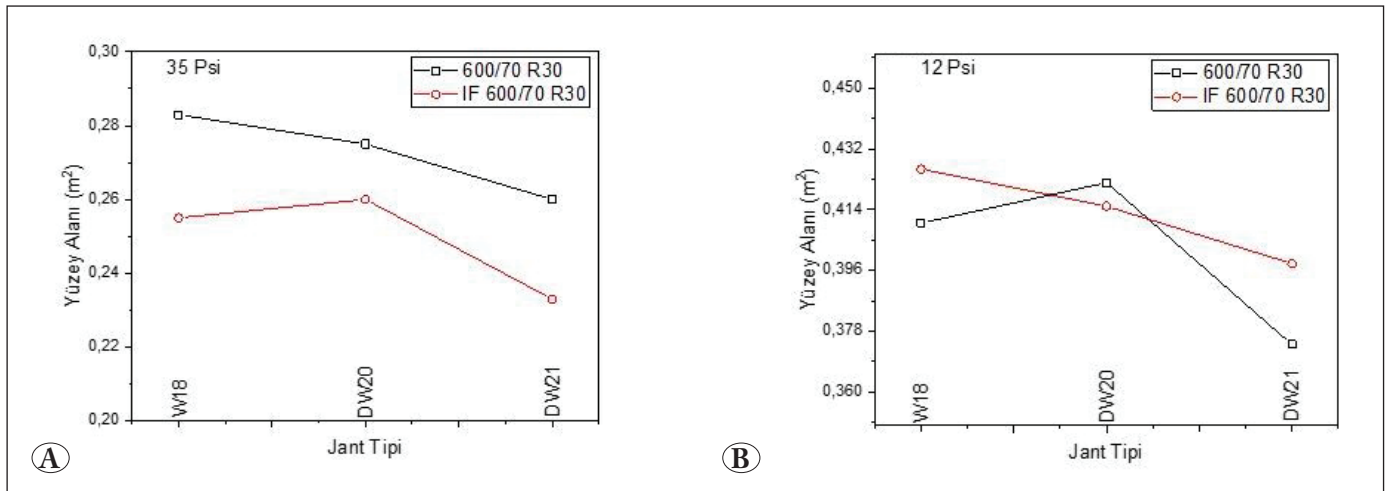
IF ve VF lastikler standart lastiklere göre daha fazla yük taşıyabilen, daha esnek yapıya sahip olan ve daha geniş taban izine olanak sağlayan lastiklerdir. Geleneksel taban izi ölçümünde, öncelikle lastiğin jant ile montajı yapılarak lastik şişirme basıncı ve lastiğe uygulanan yük miktarı parametre değerleri kontrol edilmektedir. Lastiğin zeminle temas edebilecek bölgeleri kırmızıya boyanarak, lastik test cihazı üzerine yerleştirilen beyaz kâğıda temas ettirililmekte ve lastiğin taban izi alınmaktadır. Taban izinin alındığı beyaz kâğıt, ölçüm amacıyla düz bir masa üzerine sabitlenmekte ve sınır çizgileri çizilmektedir. Çizilen bölgenin alanı dikdörtgen şekil olarak kabul edilmektedir. Dikdörtgen şekilde b_o (en) ve l_o (boy) değerleri metre yardımıyla ölçülmektedir. Taban izi alan değeri, Eşitlik 1 formülasyonu ile hesaplanmaktadır (Greçenko 1995).

$$A_o = k \frac{l_o b_o}{2} \quad (1)$$

Eşitlikte A_o : lastik taban izi alanı (cm^2), l_o : taban izi boy (cm), b_o : taban izi en (cm), k : taban izi alanı katsayısı (dikdörtgen $k=4$) ifade etmektedir.

Test lastiklerinde şişirme basıncının azalması ile taban izinin arttığı ve dolayısıyla zeminde oluşan basınç üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Normal yapı 600/70 R30 lastiğinde en geniş taban izi 4250kg yükte, DW20 jant, 12psi basınç değerinde $0,422\text{m}^2$ ölçülmüştür. IF lastik yapısı IF 600/70 R30 lastiğinde ise en geniş taban izi 5150kg yük altında, W18 jant, 12psi basınçta $0,426\text{m}^2$ ölçülmüştür. Her iki lastikte en geniş taban izi minimum şişirme basınçlarında elde edilmiştir. Lastiklerde minimum taban izleri ise DW21 jant ile 35psi şişirme basınç değerlerinde elde edilmiştir (Şekil 6A). Lastik taban izinin belirlenmesinde lastik yapısının sınırlı etkisi olduğu, lastik kullanım jantı ve lastik şişirme basıncının önemli etken parametreler olduğu değerlendirilmiştir. Prazan vd. (2016), aynı ebat açılımı fakat farklı yapıya sahip olan lastiklerin taban izlerini kıyasladıklarında IF/VF lastik yapısının normal lastik yapısına göre %28 daha geniş taban izine sahip olduğunu belirtmişlerdir (Prazan vd. 2016).

Lastik yapısının değişmesine karşın aynı basınç değerlerinde taban izi alanı değerlerinde sınırlı etkisi olduğu görülmüştür. Damme vd. (2019), yaptıkları çalışmada, lastik-toprak basıncında esas olarak lastiğin boyutsal özelliklerinin ve lastik şişirme basıncının etkili parametreler olduğunu belirtmişlerdir (ten Damme vd. 2019). Lastiklerin farklı yapıya sahip olmalarına karşın (radyal, çapraz, çelik kuşak vb.) benzer boyut ve benzer şişirme basınçlarında kullanılmaları



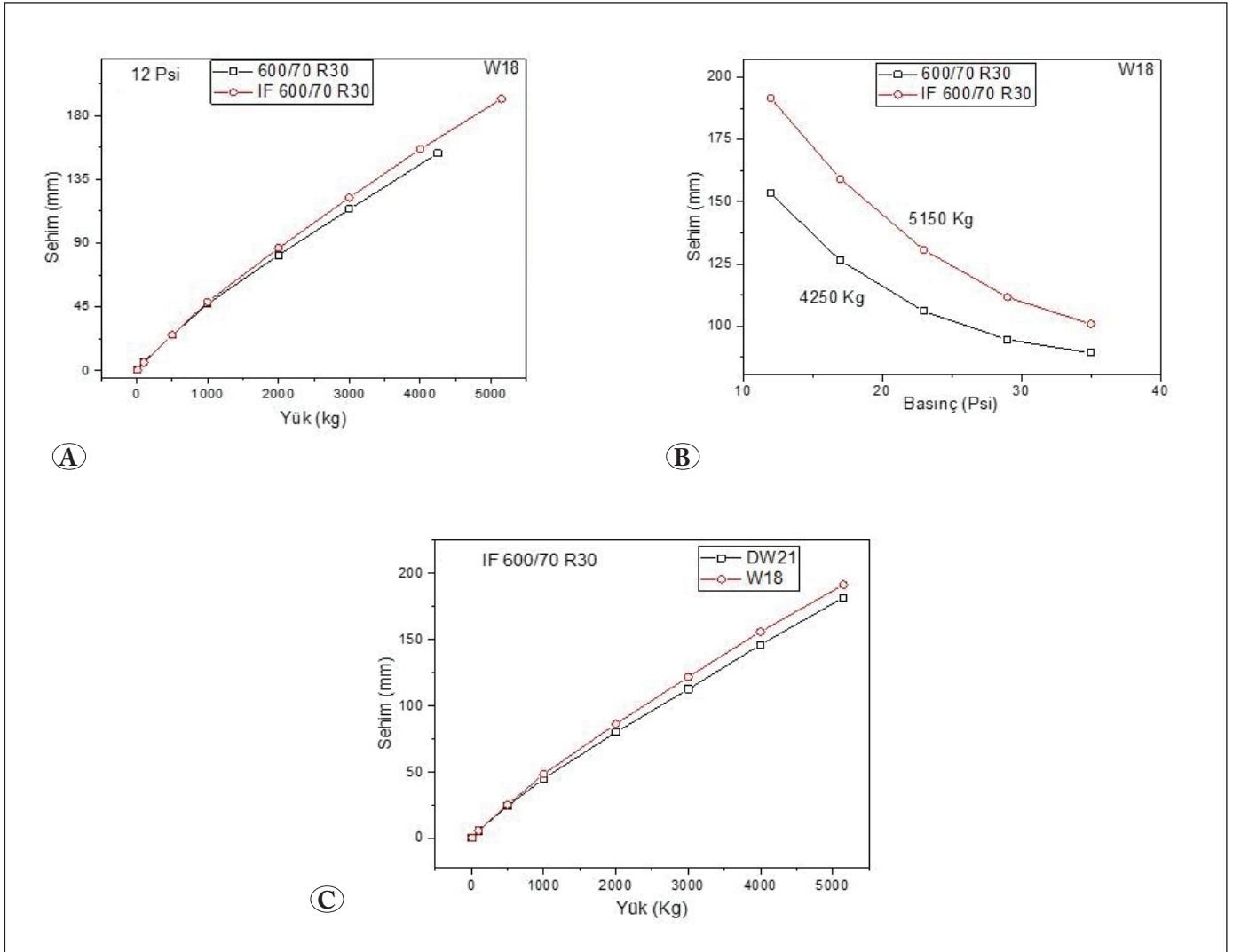
Şekil 6. Farklı parametrelere göre yüzey alanı değişimi, A) 35 Psi, B) 12 Psi.

halinde zeminde hemen hemen aynı yüzey basıncı değerlerine sahip olduğunu vurgulamışlardır. Bunun yanında Rivero vd. (2022), lastiklerin aşırı şişirilerek kullanılması halinde taban izinin azalmasına, kayma oranının artacağına, toprak sıkışması ve yakıt tüketimine olumsuz etkisi olacağını belirtmişlerdir (Rivero vd. 2022). Şekil 6A'da görüleceği üzere 35 Psi'lık aşırı şişirmeyle radyal lastiklerin yüzey alanı daha fazla olmuştur.

Greçenko vd. (1995), lastik taban izinin; lastik kesit genişliği, lastik çapı, jant çapı parametrelerine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ifade etmişlerdir (Greçenko 1995). Lastik taban izinin toprak üzerinde oluşan gerilmeyle doğrudan ilişkisi olduğu, toprak gerilmesini azaltmak için ise çok düşük şişirme basıncına sahip lastiklerin geliştirilmesi gerekliliği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (ten Damme vd. 2019).

Lastik taban izinin genişletilmesi, lastiklerin kullanım sırasında daha büyük bir alana temasının sağlanmasının lastik basıncının düşürülmesi ile sağlandığı, lastik kullanım jantı, lastiğin boyutsal özelliklerinin de taban izine etkisi olduğu yapılan çalışmalarda ispatlanmıştır.

Test lastiklerinin 600/70 R30 ve IF 600/70 R30 W18, DW21 jantları kullanılarak farklı yük değerlerinde (Çizelge 2) basınç değişimleri ile sehim değerleri ölçülmüştür. Ölçümlerde lastikler statik test cihazına bağlanarak kademeli olarak yük ve basınç parametre değerlerinin kontrolü sağlanmış ölçüm değerleri test makinesi yardımıyla kayıt altına alınmıştır. Normal yapıya sahip olan lastikte yük değeri 4250kg'dan kademeli olarak 10kg'a indirilerek ölçümler yapılmıştır. IF lastik yapısında ise yük değeri 5150kg'dan kademeli olarak 10kg'a yüke kadar indirilerek ölçümler ya-



Şekil 7. Farklı parametrelerin lastik sehimine etkisi.

pıldı. Her iki lastikte 12psi, 17psi, 23psi, 29psi, 35psi şişirme basıncı değerlerinde sehim ölçümleri tamamlanmıştır. Normal yapıya sahip olan 600/70 R30 lastiğinde en yüksek sehim değeri 4250kg yük altında, W18 jant, 12psi basınç değerinde 153,32mm, minimum sehim değeri ise 10kg yükte, DW21 jant, 23psi şişirme basınç değerinde 0,322mm olarak ölçülmüştür. Misiewicz vd. (2016) lastiğin şişirme basıncının sıfır psi olması durumunda karkas mukavemetinin sıfır olacağını, lastik şişirme basıncındaki artışla birlikte lastik-zemin temas basıncında önemli bir artış olacağını ifade etmişlerdir (Misiewicz vd. 2016). Bunun yanında, lastiğe uygulanan yük miktarının artması ile sehim değerinin artacağını belirtmişlerdir. Test lastiklerimizden IF yapısına sahip olan IF 600/70 R30 lastiğinde ise en yüksek sehim değeri 5150kg yük altında, W18 jant 12psi basınç değerinde 191,61mm ölçülmüştür. IF yapısında minimum sehim değeri ise 10kg yük altında, W18 jant, 29psi'da 0,456mm olarak tespit edilmiştir (Şekil 7).

Lastik sehim testlerinde lastiklere uygulanan yük değerleri arttıkça sehim değerinin arttığı görülmüştür. Normal yapıya sahip lastikte W18 jant, 12psi şişirme basıncı, 4250kg yükte maksimum sehim değeri 153,32mm ölçülmüştür. IF yapısına sahip lastikte ise W18 jant, 12psi şişirme basıncı, 5150kg yük altında 191,61mm maksimum sehim değeri ölçülmüştür. Her iki lastikte W18 jant ve minimum şişirme basıncı 12psi'da maksimum sehim değerlerinin elde edilmesi sehim ölçümlerinde jant ve basınç parametrelerinin etkisini göstermektedir. Lastiklerin yüksek sehim değerlerinde özürsüz çalışabilmesi, sehim oluşumuna maruz kalan bölgelerde yüksek esneklik özelliği olan malzeme ve materyaller tercih edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın verileri değerlendirilirken, çalışmada kullanılan lastik taban izlerinin laboratuvar ortamında beyaz bir kâğıda alındığı akılda tutulmalıdır. Dış ortam testlerinin yapılması halinde, iklim şartları, toprak sertliği, nem vb. koşullar dikkate alındığında taban izlerinde farklılıklar gözlemlenebileceği dikkate alınmalıdır. Lastiğin toprak sıkışmasına etkisinden dolayı bitkinin kök yapısını değiştirdiği, toprakta oluşan kütle yoğunluğunu artırdığı ve toprağın gözenekli yapısını azalttığı yapılan çalışmalarda görülmüştür (Shaheb, vd. 2021). Bu çalışmada taban izlerinin toprakta alınmamış olması, çalışmanın bir kısıtlılığı olarak değerlendirilebilir. Gelecek çalışmalarda, dış ortamlarda lastik taban izleri değerlendirilerek karşılaştırılmalıdır.

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışma sonucunda IF ve normal yapıya sahip lastiklerle ilgili olarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- 1) Lastiklerde şişirme basıncının azalması ile taban izi alanlarının arttığı gözlenmiştir.
- 2) Her iki lastikte maksimum taban izi alanının minimum şişirme basıncı değeri olan 12 psi'da ölçülmüştür.
- 3) IF ve normal yapıya sahip lastikte minimum taban izi alanı DW21 jant ile 35 psi şişirme basıncı değerlerinde ölçülmüştür.
- 4) Lastiklerde en yüksek sehim değeri ise W18 jant ve 12 psi şişirme basıncı değerlerinde elde edilmiştir.
- 5) Mevcut durumda, üretici firmalar lastikleri piyasaya sürerken teknik bilgi paketi yayınlamaktadırlar. Bilgi paketi içeriğinde lastik kullanım basıncı, yükü, jant bilgileri vb. teknik özellikler belirtilmektedir. Buna karşın, teknik bilgi paketlerinde lastik taban izi değerleri dikkate alınarak kullanım jantı ve kullanım basıncına göre bilgiler yer almamaktadır. Bu durumda, kullanıcılar lastiği hangi jant ve şişirme basıncında kullanmaları halinde maksimum taban izi genişliğine ulaşacaklarını tespit edememektedir. Yapılan çalışma ile kullanıcılar, lastiklerde doğru jant ve basınç seçimi ile taban izi anlamında zaman ve yakıt tasarrufu sağlayarak lastikten maksimum fayda elde etme imkânı bulacaktır. Bunun yanında, IF/VF yapısına sahip olan lastiklerin yük altında jant ve basınç parametreleri standart lastikler ile kıyaslanarak, lastik kullanımı sırasında yakıt ve zamandan tasarruf sağlanmasına olanak tanıyacaktır.
- 6) Benzer çalışmaların, farklı jant tipi ve lastik ölçülerinde, lastiklerde tekstil kuşak yapısı yerine çelik kuşaklı yapıda olması halinde taban izine ne gibi etkileri olacağını inceleyen araştırmalar yapılması literatüre katkı sağlayacaktır.
- 7) Lastik kalıbı referans alınarak, lastik ölçüleri, kullanım basıncı ve jant parametrelerinin tanımlanmasıyla taban izi ölçümlerinin sonlu elemanlar metodu kullanılarak incelendiği veya taban izi ölçümünün otomatik yöntemler ile araştırıldığı çalışmaların yapılmasını öneririz.

Yazar katkısı: Onur Karaçay: Çalışma hakkında verileri toplamış ve analiz etmiştir, makaleyi yazmıştır. Süleyman Kılıç: Çalışmayı planlamış ve tasarlamıştır, yazılan makalemin eleştirel okuma ve düzeltmelerini yapmıştır.

Kaynaklar

- Abeels, P. 1976.** Tire deflection and contact studies. *Journal of Terramechanics*, 13(3): 183-196. Doi: 10.1016/0022-4898(76)90005-7
- Akay, EA., Erdaş, O. 2007.** Orman traktörü ile sürütme sırasında oluşan tekerlek izi derinliğinin hesaplanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A(1)*: 49-57. Doi:10.18182/tjf.95509
- Arvidsson, J., Westlin, H., Keller, T., Gilbertsson, M. 2011.** Rubber track systems for conventional tractors – Effects on soil compaction and traction. *Soil and Tillage Research*, 117: 103-109. Doi: 10.1016/j.still.2011.09.004
- Damanauskas, V., Janulevičius, A., Pupinis, G. 2015.** Influence of extra weight and tire pressure on fuel consumption at normal tractor slippage. *Journal of Agricultural Science*, 7(2): 55-67. Doi:10.5539/jas.v7n2p55
- Grečenko, A. 1995.** Tire footprint area on hard ground computed from catalogue values. *Journal of Terramechanics*, 32(6): 325-333. Doi: 10.1016/0022-4898(96)00003-1
- Janulevičius, A., Damanauskas, V. 2022.** Prediction of tractor drive tire slippage under different inflation pressures. *Journal of Terramechanics*, 101: 23-31. Doi: 10.1016/j.jterra.2022.03.001
- Jjagwe, P., Tekeste, MZ., Alkhalifa, N., Way, TR. 2023.** Modeling tire-soil compression resistance on artificial soil using the scaling law of pressure-soil sinkage relationship. *Journal of Terramechanics*, 108: 7-19. Doi: 10.1016/j.jterra.2023.02.002
- Köylü, H. 2017.** Experimental study on development of smart algorithm based on tire deflection to detect the drops in tire pressure. *International Journal of Automotive Engineering and Technologies*, 6(2): 104-115. Doi: 10.18245/ijaet.438134
- Misiewicz, PA., Richards, TE., Blackburn, K., Godwin, RJ. 2016.** Comparison of methods for estimating the carcass stiffness of agricultural tyres on hard surfaces. *Biosystems Engineering*, 147: 183-192. Doi: 10.1016/j.biosystemseng.2016.03.001
- Okursoy, R. 1992.** Toprağın kompaksiyon modeli. *Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi*, 14-16 Ekim, s 564-573, Samsun.
- Özgöz, E., Okursoy, R. 2002.** Lastik Tekerlekli Traktörlerde Lastik Basıncının Toprak Sıkışıklığına Olan Etkilerinin Belirlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 8(01): 92-100.
- Pražan, R., Čedík, J., Gerndtová, I., Neřold J., Pexa, M. 2016.** Comparison of three sets of drive tractor tyres with respect to traction properties. *Proceedings of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering*, Prague, Czech Republic
- Rivero, D., Botta, GF., Antille, DL., Ezquerro-Canalejo, A., Bienvenido, F., Ucgul, M. 2022.** Tyre Configuration and Axle Load of Front-Wheel Assist and Four-Wheel Drive Tractors Effects on Soil Compaction and Rolling Resistance under No-Tillage. *Agriculture*, 12(11): 1961. Doi 10.3390/agriculture12111961
- Schjønning, P., Lamandé, M., Tøgersen, FA., Arvidsson, J., Keller T., 2008.** Modelling effects of tyre inflation pressure on the stress distribution near the soil-tyre interface. *Biosystems Engineering*, 99(1): 119-133. Doi: 10.1016/j.biosystemseng.2007.08.005
- Shaheb, MR., Venkatesh, R., Shearer, SA. 2021.** A review on the effect of soil compaction and its management for sustainable crop production. *Journal of Biosystems Engineering*, 46: 417-439. Doi: 10.1007/s42853-021-00117-7
- Tekeste, M., Way, T., Birkenholz, W., Brodbeck, S. 2016.** Evaluation of Low Inflation Tire Technologies on Soil Compaction. 2016 ASABE Annual International Meeting, American Society of Agricultural and Biological Engineers, p.1. Doi: 10.13031/AIM.20162461902
- Tekeste, MZ., Way, TR., Birkenholz, W., Brodbeck, S. 2023.** Effect of Increased Deflection Tire Technology on Soil Compaction. *Journal of the ASABE*, 66(1): 75-84. Doi:10.13031/ja.14794
- ten Damme, L., Stettler, M., Pinet, F., Vervaeet, P., Keller, T., Munkholm, LJ., Lamandé, M. 2019.** The contribution of tyre evolution to the reduction of soil compaction risks. *Soil and Tillage Research*, 194: 104283. Doi: 10.1016/j.still.2019.05.029
- Vanderhasselt, A., Euben, R., Hose, TD, Cornelis, W. 2022.** Slurry spreading on a silt loam soil: influence of tyre inflation pressure, number of passages, machinery choice and tillage method on physical soil quality and sugar beet growth. *Land*, 11(6): 913. Doi:10.3390/land11060913.