

DEĞİŞİK AZOT KAYNAKLARININ PATATES BİTKİSİNİN VERİM VE BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Sait GEZGİN*

Şerife UYANÖZ**

ÖZET

Bu araştırmada Niğde-Misli Ovası'nda yaygın olarak kullanılan hızlı çözünür azot kaynakları ile birlikte bazı yavaş çözünen azot kaynaklarının sera koşullarında patates bitkisinin yumru verimine, yumruda protein, nişasta ve nitrat kapsamına etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Azot kaynaklarının ortalaması olarak, patatesin yumru verimi en yüksek N₂ (30 kg N/da) dozunda olup bunu N₁ (15 kg N/da), N₄ (60 kg N/da), N₃ (45 kg N/da) ve N₀ (0 kg N/da) dozları takip ederken, protein ve nişasta kapsamı uygulanan azot dozu arttıkça yükselmiştir. Azot dozlarının ortalaması olarak, en yüksek yumru verimi AS+AZN, en düşük ise AS+FJ uygulamalarından elde edilirken, yumru verimine etkileri bakımından azot kaynaklarından AS+AZN, AS+KKÜ, AZN, FLD birinci; FLD, KKÜ ikinci; KKÜ, AS+FLD, AS+N-serve üçüncü; AS, AS+FJ son grubu oluşturmuşlardır. Grublar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). En az yumru verimi ve protein artışı sağlayan AS+FJ (AS+Fosfojips), AS (Amonyum sülfat), AS+N-serve uygulamaları en fazla nişasta artışına sebep olmuştur. Yumrunun NO₃⁻ azotu kapsamı üzerine değişik azot kaynakları ve dozlarının etkisi farklı olup, en yüksek NO₃⁻ azotu AS, en az ise AS+N-serve, KKÜ (Kükürtle kaplı üre), FLD (Florand) ve daha sonra AS+FJ ve AZN (Azolon) uygulanan muamelelerde saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Yavaş çözünen azot kaynakları, Yumru verimi, Yumruda protein, Nişasta ve Nitrat kapsamı, Patates.

ABSTRACT

EFFECT OF VARIOUS NITROGEN SOURCES ON YIELD AND SOME PROPERTIES OF POTATO PLANT

In this investigation, the effects of some slow release and conventionally used fast release nitrogen sources in the soils of Niğde-Misli plain on

* Yrd. Doç. Dr., S.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, KONYA

** Arş. Gör., S.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, KONYA

Geliş Tarihi : 12.12.1995

tuber yield, and protein, starch and NO_3^- contents of tubers of the potato plants grown under greenhouse conditions were determined.

Effect of nitrogen levels on tuber yield, as mean of nitrogen sources were found as follows : N_2 (30 kg N/da) $>\text{N}_1$ (15 kg N/da) $>\text{N}_4$ (60 kg N/da) $>\text{N}_3$ (45 kg N/da) $>\text{N}_0$ (0 kg N/da) . On the other hand, increasing levels of nitrogen applied to the soil increased the protein and starch contents of the potato tubers. The highest and lowest tuber yields as mean of N levels were obtained with AS+AZN and AS+PG respectively. According to efficiency of nitrogen sources on tuber yield, nitrogen sources were grouped as; first group AS+AZN, AS+SCU, AZN, FLD; second group FLD, SCU; third group SCU, AS+FLD, AS+N-serve and last group AS, AS+PG. Differences between the groups were is statistically significant ($p<0.05$). AS+PG (AS + Phosphogypsum), AS (Ammonium sulfate) and AS+N-serve applications caused the highest increase in the starch content but the lowest increases in the dry matter and protein contents of the tubers. Effect of various nitrogen sources and levels on the NO_3^- content of the tuber varied ; the highest NO_3^- content was determined with the AS, where as the lowest NO_3^- contents with the AS+N-serve, SCU (Sulphur coated urea), FLD (Floranid) and the AS+PG and AZN (Azolon) sources.

Key Words : Slow release nitrogen, Tuber yield, protein, Starch, Nitrate content, Potato.

GİRİŞ

Toprakta bitkilere elverişli azotun hem dinamik bir yapıda hem de çok az miktarda olması yanında patates bitkisinin potasyumdan sonra, azota en fazla gereksinim duyması nedeniyle, patatese her yıl genellikle toprak, iklim ve gübre özelliklerine bağlı olarak diğer besin elementlerine göre daha fazla miktarda azot uygulanmaktadır. Nitekim patatesin azot ihtiyacını karşılamak için Ege bölgesinde 12-15 kg N/da (Kuşman ve ark., 1988), Sivas ve Yıldızeli yörelerinde 20 kg N/da (Özyurt, 1982), Konya Ovasında 16 kg N/da (Işık ve Alptürk, 1986), Adapazarı ve Bolu yörelerinde 18-22 kg N/da (Alkan, 1979) saf azotun uygulanması önerilmesine rağmen Niğde-Misli ovasında Yılmaz (Yılmaz, 1992) ve Misli ovasının bir kısmını içine alan Nevşehir yöresinde Karaca ve arkadaşları (1992) tarafından sırasıyla dekara 40 ve 50 kg saf azotun verilmesi önerilmiştir. Diğer taraftan araştırma için toprak örneğinin alındığı Niğde-Misli ovasında çiftçiler ile yapılan görüşmelerde patates üretiminde dekara 60-100 kg arasında saf azota eşdeğer miktarlarda azotlu gübre (özellikle Amonyum sülfat halinde) kullanıldığı belirlenmiştir. Misli ovasında ülkemizin

diğer yörelerine göre patates üretiminde 2-5 kat daha fazla azot kullanılması; yöre topraklarının kaba bünyeli (yaklaşık % 80 kum), organik madde ve KDK'larının düşük ve mineralizasyon güçlerinin yüksek olması azotlu gübrelerin toprağa uygulandığında hemen çözünmesi ve ayrıca patatesin gelişme döneminde 10-15 kere sulama yapılmasından dolayı azotun önemli bir kısmının özellikle yıkanma ve diğer yollarla kayıp olmasından kaynaklanabilir.

Söz konusu yörede patates üretiminde ülkemizin diğer yörelerine göre çok fazla azotun kullanılması çevre ve ekonomi açısından çok büyük sakıncalara sahiptir. Yörede fazla azot kullanımının yani azot kayıplarını azaltarak toprağa sadece patatesin ihtiyacını karşılayacak miktarda azotun verilmesi gerekir. Bu amaçla alınabilecek önlemlerden birisi yavaş çözünen azot kaynaklarının kullanılması olabilir. Çünkü, hızlı çözünen azot kaynaklarına göre, yavaş çözünen azot kaynakları bitkiye dengeli ve devamlı bir şekilde azot sağladıkları için hem yıkanma ve volatilizasyonla meydana gelen kayıpların çok az miktarlarda olmasını hem de bitkinin azotu daha etkili bir şekilde kullanmasını sağlarlar (Allen, 1984; Penny ve ark., 1984). Diğer taraftan patates bitkisine uygulanan yavaş çözünen azot kaynakları hem hızlı çözünen azot kaynaklarının fazla miktarda uygulandığı durumlarda görülebilen bitkinin yumru oluşturmaya başlamasındaki gecikmeyi önleyerek hem de yumruların gelişme yani hacim olarak büyüme periyodun da dengeli ve devamlı azot sağlayarak yumru verimi ve kalitesinin daha fazla olmasına neden olabilirler (Krauss ve Marschner, 1971; Cox ve Addiscott, 1976).

Bu çalışmanın amacı, Niğde-Misli ovasında yaygın olarak kullanılan hızlı çözünen azot kaynakları (AS) ve bazı yavaş çözünen azot kaynaklarının patatesin yumru verimi, yumruda protein, nişasta ve NO_3^- azotu kapsamaları üzerine etkilerini belirleyerek azot kaynaklarını etkileri yönünden karşılaştırmaktır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma, Niğde-Misli ovasında patates ekim alanı topraklarını temsil etme kabiliyeti oldukça yüksek olan Konaklı köyü, Orhanlı yolu-Bağlaraltı mevkiinden Jackson (1962) tarafından bildirilen esaslara uygun olarak 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneği ile yürütülmüştür. Laboratuvara nakledilen toprak örneği gerekli işlemler yapıldıktan sonra sera denemesi için 4 mm'lik laboratuvar analizleri için ise 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Denemede kullanılan toprağın kum, silt ve kıl miktarları sırasıyla % 77.7, % 9.4, % 12.9, elektriki geçirgenliği 68.23 $\mu\text{mmhos/}$

cm; 1: 2.5'luk toprak-su, toprak -0.01 M CaCl₂ çözeltisi karışımlarında ölçülen pH değerleri sırasıyla 6.08 ve 5.30; organik madde miktarı % 0.78; kireç miktarı % 0.79; katyon değiştirme kapasitesi 8.43 me/100 g; Olsen'in NaHCO₃ yöntemine göre elverişli fosfor 35.68 ppm; 1N CH₃COONH₄ ile ekstrakte edilebilir potasyum miktarı 0.27 me/100 g; tarla kapasitesi % 8.74; nitrifikasyon kapasitesi ise % 92 olarak belirlenmiştir.

Sera denemesi, tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre üç yinelemeli olarak kurulmuştur. Denemede plastik saksıların tabanlarında 3 mm çapında beşer adet delik açılmış ve filtre görevi yapması için 3-4 cm çakıl yerleştirildikten sonra üzerlerine fırın kuru ağırlık esasına göre 10 kg toprak konulmuştur.

Denemede; azot Amonyum sülfat (AS), Amonyum sülfat + N-serve (AS+N-serve), Amonyum sülfat + Fosfojips (AS+FJ), kükürtle kaplı üre (KKÜ), Floranid (FLD), Azolon (AZN), 1/2 Amonyum sülfat + 1/2 kükürtle kaplı üre (AS+KKÜ), 1/2 Amonyum sülfat + 1/2 Floranid (AS+FLD), 1/2 Amonyum sülfat + 1/2 Azolon (AS+AZN) şeklinde 0 (N₀), 15 (N₁), 30 (N₂), 45 (N₃), 60 (N₄) kg/da N dozları halinde uygulanmıştır. İlgili muamelelerde N-serve ve fosfojips amonyum sülfata sırasıyla saf azotun % 2'si ve 6 katı olacak şekilde karıştırılmıştır. Bütün saksılara dikim esnasında triplesüperfosfat halinde 3 kg P₂O₅/da, potasyum sülfat halinde 8 kg K₂O/da ilave edilmiştir. Amonyum sülfat, Amonyum sülfat + N-serve, Amonyum sülfat + fosfojips şeklinde uygulanan azotun yarısı dikim esnasında kalan yarısı ise çiçeklenme başlangıcında verilmiştir. Kükürtle kaplı üre, Floranid, Azolon formunda uygulanan azotun tamamı dikimden 15 gün önce, diğer formlarda uygulanan azotun tamamı ise dikim esnasında verilmiştir. Araştırmada Niğde Patates Üretim İstasyonundan temin edilen anaç kademedeki Fianna cinsi geçici patates çeşidi kullanılmıştır. Saksılara, 10-12 cm toprak derinliğine eşit büyüklüğe sahip birer adet patates yumrusu 21.4.1993 tarihinde dikilmiş ve deneme süresince saksılar tartılarak deiyonize su ile su seviyesi tarla kapasitesinde tutulmuştur. Dikimden 23 gün sonra yumruların hepsinin çıkışı tamamlanmıştır. 16.9.1993 tarihinde hasat yapılmıştır.

Hasat edilen yumrular çeşme suyu ve deiyonize su ile tamamen temizlenip kaba filtre kağıdıyla fazla suları alındıktan sonra tartılarak her saksıdan elde edilen yumru verimi (g/saksı) belirlenmiştir.

Nişasta kapsamı; Patates yumrularının havada ve suya daldırıldıktan sonra alınan ağırlıklarından bulunan özgül ağırlıktan aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (William ve Smith, 1959).

$$\text{Nişasta (\%)} = 17.546 + 199.07 (\text{özgül ağırlık} - 1.0988)$$

Protein kapsamı; Kurutulup, öğütülen yumru örneklerinin yaş yakılmasıyla ($H_2SO_4-H_2O_2$ ile) elde edilen ekstraktlarda Kjeldahl yöntemine göre NH_4-N tayini yapılmış ve bulunan değerler 6.25 kat-sayısıyla çarpılarak hesaplanmıştır. Ayrıca söz konusu yumru ekstraktlarında aynı yöntem ile nitrat azotu kapsamı da belirlenmiştir (Bremner, 1965). İstatistikî analizler, MSTAT istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Değişik Azot Kaynaklarının Patatesin Yumru Verimi, Nişasta ve Protein Kapsamı Üzerine Etkisi

Araştırma konusu toprağa artan dozlarda uygulanan değişik azot kaynaklarının sera koşullarında yetiştirilen patates bitkisinin yumru verimi üzerine olan etkilerine ait ortalama değerler Tablo 1'de verilmiştir. Azot kaynaklarının ortalaması olarak N_0 dozunda elde edilen yumru verimine (126.8 g/saksı) oranla en fazla yumru verimi N_2 dozuyula (259.1 g/saksı) elde edilmiş olup, bunu N_1 , N_4 ve N_3 dozları (sırasıyla 252.4, 218.3 ve 207.4 g/saksı) takip etmiştir. Söz konusu ortalama yumru verimleri arasındaki farkların karşılaştırılması için yapılan LSD testine göre, N_0 dozu ile diğer dozlar ve N_1 ve N_2 ile N_3 ve N_4 dozları arasındaki farklar istatistikî bakımdan önemli ($p < 0.05$), N_1 ile N_2 ve N_3 ile N_4 dozları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur (Tablo 1). Bazı araştırmalarda sonuçlarımıza benzer olarak fazla miktarda uygulanan azotun patatesin yumru verimini azalttığını saptamışlardır (Yılmaz, 1992; Timm ve ark., 1983; Leszczynski ve Lisinska, 1988; Mondy ve ark., 1988).

Tablo 1'den de görülebileceği gibi azot dozlarının ortalaması olarak, değişik azot kaynaklarının yumru verimi üzerine etkileri farklı olup, en yüksek yumru verimi AS+AZN (241.4 g/saksı) ve en düşük ise AS+FJ (165.0 g/saksı) uygulamalarından elde edilirken, sağladıkları yumru verimi bakımından azot kaynaklarından AS+AZN, AS+KKÜ, AZN ve FLD birinci; FLD ve KKÜ ikinci; KKÜ, AS+FLD ve AS+N-serve üçüncü; AS ve AS+FJ son grubu oluşturmuşlardır. LSD testine göre, yumru verimi bakımından aynı grup içerisindeki azot kaynakları arasındaki farklar istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu açıklamalar ve ilgili tablodan da anlaşılabilir gibi, yavaş çözünen azot kaynakları (KKÜ, FLD, AZN ve AS+Y.Ç.N) hızlı çözünen azot kaynaklarına (AS, AS+N-serve, AS+FJ) göre yumru veriminde daha fazla artış sağlamışlardır. Bu durum hızlı çözünen azot kaynaklarının içerdiği azotun bitkiye hemen elverişli forma dönüşmesi nedeniyle sağlanan fazla azotun vejetatif gelişmeyi arttırması

Değişik Azot Kaynaklarının Patates Bitkisinin Verim ve Bazı Özelliklerine Etkisi

Tablo 1. Toprağa artan dozlarda uygulanan değişik azot kaynaklarının yumru verimi, nişasta ve protein kapsamı üzerine etkileri ¹ ve ortalamalar arasındaki farkların LSD testine göre kontrolü ²

Azot Kaynağı	Yumru Verimi (g/saksı)						Nişasta (%)						Protein (%)					
	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	Ort.	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	Ort.	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	Ort.
1-AS	126.8	254.3	204.6	138.7	181.6	181.2 d	12.90	14.17	14.35	17.65	17.05	15.22 b	1.17	4.54	3.48	2.82	3.49	3.10 d
2-AS+N-serve	126.8	316.5	251.2	154.9	170.2	203.9 c	12.90	15.23	14.99	15.84	16.82	15.16 bc	1.17	5.04	4.28	3.35	3.86	3.54 cd
3-AS+FJ	126.8	263.9	203.0	100.8	130.5	165.0 d	12.90	13.88	15.16	17.56	21.97	16.29 a	1.17	4.28	4.06	2.62	4.29	3.28 d
4-KKÜ	126.8	222.2	264.8	227.4	225.6	213.3 bc	12.90	14.78	14.93	14.76	15.96	14.67 bc	1.17	3.35	4.16	5.60	5.44	3.94 bc
5-FLD	126.8	188.6	329.4	257.9	242.2	229.0 ab	12.90	15.17	12.24	14.36	14.58	13.85 d	1.17	2.78	5.40	4.67	5.21	3.85 bc
6-AZN	126.8	283.0	206.4	274.0	282.6	234.5 a	12.90	13.17	16.98	15.06	14.95	14.61 c	1.17	4.16	2.90	5.04	5.72	3.80 bc
7-1/2 AS+1/2 KKÜ	126.8	262.9	291.0	245.1	255.7	236.3 a	12.90	12.35	13.50	13.55	14.30	13.32 d	1.17	3.71	4.78	5.21	6.04	4.19 ab
8-1/2 AS+1/2 FLD	126.8	238.3	254.3	196.0	237.1	210.5 c	12.90	12.42	12.81	15.65	14.66	13.69 d	1.17	3.77	4.22	5.85	5.64	4.13 ab
9-1/2 AS+1/2 AZN	126.8	242.3	327.1	272.0	239.0	241.4 a	12.90	16.35	15.06	13.88	14.95	14.63 c	1.17	3.98	5.26	5.53	6.15	4.42 a
En düşük		188.6	203.0	100.8	130.5	165.0		12.35	12.24	13.55	14.30	13.32		2.78	2.90	2.62	3.49	3.10
En yüksek		316.5	329.4	274.0	282.6	241.4		16.35	16.98	17.65	21.97	16.29		5.04	5.40	5.85	6.15	4.42
Ortalama	126.8 c	252.4 a	259.1 a	207.4 b	218.3 b		12.90 d	14.17 c	14.45 c	15.37 b	16.14 a	14.61	1.17 d	3.96 c	4.28 b	4.52 b	5.09 a	3.81

^{1/} Değerler 3 yinelemenin ortalaması olan azot dozlarının genel ortalamasıdır.

^{2/} Yumru verimi, nişasta ve protein içerisinde azot kaynakları ve dozlarına ait ayrı ayrı genel ortalamalarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 olasılık sınırına göre önemli değildir.

ve yumru oluşumunu azaltmasından ileri gelebilir. Ayrıca hızlı çözünen azot kaynaklarının (AS, AS+N-serve, AS+FJ) N₁ dozunda elde edilen yumru veriminin diğer dozlardaki yumru verimine göre daha yüksek olmasında fazla azotun yumru verimini azaltıcı etki yaptığını göstermektedir. Nitekim bazı araştırmalarda değişik bitki ve azot kaynakları kullanarak yaptıkları çalışmalarında yavaş çözünen azot kaynaklarının hızlı çözünen azot kaynaklarına göre verimi daha fazla artırdığını saptamışlardır (Krauss ve Marschner, 1971; Cox ve Addiscott, 1976; Parashar, 1980; Csizinsky, 1989; Reddy ve Menary, 1989). Fakat Kurucu (1978), Ülgen ve ark. (1969)'na atfen üreform, amonyum sülfat ve amonyum nitrat gübrelereinin domates veriminde sağladıkları artışlar arasında önemli bir farklılığın olmadığını bildirmektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, yumru verimine azot kaynakları ve dozlarının etkisi % 1 düzeyinde önemli olmuştur. Ayrıca azot kaynakları x azot dozu interaksiyonunun da % 1 düzeyinde önemli çıkması yumru verimi üzerine azot kaynakları ve dozlarının etkisinin birbirine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Nitekim denemede en yüksek yumru verimi N₂ dozunda (30 kg N/da) uygulanan FLD (329.4 g/saksı), AS+AZN (327.1 g/saksı), AS+KKÜ (291.0 g/saksı); N₁ dozunda (15 kg N/da) uygulanan AS+N-serve (316.5 g/saksı) ve AZN (283.0 g/saksı)'den elde edilmiştir. Ayrıca en düşük yumru verimi AS+FJ'nin N₃ ve N₄ dozlarında uygulamasından alınmıştır (sırasıyla 100.8 ve 130.5 g/saksı). AS+FJ'nin yüksek dozlarda uygulanmasıyla kontrolden (126.8 g/saksı) daha düşük veya aynı düzeyde yumru verimi sağlanması gübreye birlikte verilen fosfojipsin bitkinin gelişmesi üzerine olumsuz etki yapmasından kaynaklanabilir.

Deneme toprağına artan dozlarda uygulanan değişik azot kaynaklarının patates bitkisinin nişasta kapsamı üzerine etkilerine ait ortalama değerler Tablo 1'de verilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi yumrunun nişasta kapsamı, azot kaynaklarının ortalaması olarak en az N₀ dozunda (% 12.90) olup, uygulanan azot miktarına paralel olarak artarak en fazla N₄ dozunda (% 16.14) elde edilmiştir. Ortalama nişasta kapsamı yönünden N₁ ve N₂ dozları arasındaki fark hariç, diğer ortalamalar arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 1). Bazı araştırmacılar (Mondy ve ark., 1988; Varis, 1972) bizim bulgularımızın tersine aşırı azotlu gübreleme ile yumrunun nişasta miktarının azaldığını saptamalarına rağmen Perrenoud (1983) yumrudaki nişasta oranının gübrelemeden ziyade patates çeşidiyle ilgili olduğunu belirtmektedir.

Değişik azot kaynaklarının yumrunun nişasta kapsamına etkileri farklı olup, azot dozlarının ortalaması olarak, en az nişasta AS+KKÜ, AS+FLD, FLD uygulamalarında (sırasıyla % 13.32, % 13.69 ve % 13.85) be-

İrilenmiş olup bunu AZN, AS+AZN, KKÜ, AS+N-serve, AS, AS+FJ uygulamaları (% 14.61, % 14.63, % 14.67, % 15.16, % 15.22, % 16.29) takip etmiştir. Oral (1979)'ında belirttiği gibi, en fazla nişasta artışının AS, AS+FJ, AS+N-serve uygulamalarında elde edilmesi en az yumru verimi ve protein kapsamının bu uygulamalarda olmasından ileri gelebilir. LSD testi uygulanarak azot kaynaklarının ortalama nişasta kapsamı üzerine etkileri birbirleriyle karşılaştırıldığında, yumruda en az nişasta artışına neden olan FLD, AS+KKÜ, AS+FLD uygulamaları arasındaki farklar önemsiz, bu azot kaynakları ile diğer azot kaynakları arasındaki farklar istatistikî yönden ($P < 0.05$) önemli bulunmuştur (Tablo 1).

Artan dozlarda uygulanan değişik azot kaynaklarının patates yumrusunun ortalama protein kapsamı üzerine etkisi Tablo 1'de verilmiştir. Patatesin protein kapsamında uygulanan azot miktarının artışına paralel olarak artış meydana gelmiş olup, kontrole (% 1.17) oranla en fazla artış N_4 dozunda (% 5.09) daha sonra da sırasıyla N_3 (% 4.52), N_2 (% 4.28) ve N_1 (% 3.96) dozlarında elde edilmiştir (Tablo 1). Bir çok araştırmacı tarafından da patates bitkisine uygulanan azot miktarı arttıkça yumru protein miktarının arttığı belirlenmiştir (Leszczynski ve Lisinska, 1988; Mondy ve ark., 1988; Perrenoud, 1983; Purcell ve ark., 1982). LSD testine göre, farklı azot dozlarının etkisiyle elde edilen ortalama protein kapsamı arasındaki farklar N_2 ve N_3 dozları arasındaki fark hariç istatistikî yönden ($P < 0.05$) önemli bulunmuştur (Tablo 1). Tablo 1'den de görülebileceği gibi değişik azot kaynaklarının etkisiyle azot dozlarının ortalaması olarak patatesin protein kapsamı % 3.10 ile % 4.42 arasında değişmekte olup ortalama % 3.81'dir. Azot kaynaklarından en düşük protein artışına AS, AS+N-serve, AS+FJ neden olmuştur. Patatesin protein kapsamı bakımından, azot dozlarının ortalaması olarak, herbir azot kaynağına ait ortalama değerler arasındaki farkların karşılaştırılması amacıyla yapılan LSD testine göre, en fazla protein artışına neden olan AS+AZN ile diğer azot kaynakları (AS+FLD ve AS+KKÜ hariç) arasındaki farklar % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 1). Diğer taraftan azot kaynakları dozların genel ortalamasına bağlı olarak patatesin protein kapsamında sağladığı artışa göre bazı istisnalar hariç üç gruba ayrılmakta olup, bu grupları oluşturan azot kaynakları arasında istatistikî yönden önemli bir farklılık yoktur (Tablo 1). Azot kaynakları patatesin protein kapsamında sağladıkları artışa göre AS+AZN, AS+KKÜ, AS+FLD > KKÜ, FLD, AZN > AS+N-serve, AS+FJ, AS şeklinde sıralanabilir. Bu durum protein artışı üzerinde en az etkili olan AS, AS+N-serve ve AS+FJ kaynaklarından serbestlenen azottan bitkinin yeterince yararlanmadığını ve bitkinin AS+Yavaş çözünen azot kaynağı ve hatta yavaş çözünen azot kaynağı formunda uygulanan azottan devamlı ve etkili bir

şekilde yararlandığını gösterebilir.

Yumruda nişasta ve protein kapsamlarına azot kaynakları ve dozlarının etkilerini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre azot kaynakları ve dozları nişasta ve protein kapsamına % 1 önem seviyesinde etkili olmuşlardır. Diğer taraftan interaksyonların da istatistiki yönden önemli çıkması nişasta ve protein kapsamına azot kaynakları etkisinin azot dozuna bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Değişik Azot Kaynaklarının Yumrunun NO_3^- Azotu Kapsamına Etkisi

Deneme toprağına artan dozlarda uygulanan değişik azot kaynaklarının patates yumrusunun ortalama NO_3^- azotu kapsamı üzerine etkileri Tablo 2'de verilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi yumruda en yüksek NO_3^- azotu konsantrasyonu N_2 dozunda (% 0.07) belirlenmiş olup, bunu sırasıyla N_1 (% 0.06), N_0 (% 0.05), N_4 (% 0.04) ve N_3 (% 0.03) dozları takip etmektedir. Yumrunun ortalama nitrat azotu kapsamları arasındaki

Tablo 2. Toprağına artan dozlarda uygulanan değişik azot kaynaklarının yumrunun NO_3^- - N'u kapsamları üzerine etkileri ^{1/} ve ortalamalar arasındaki farkların LSD testine göre kontrolü ^{2/}

Azot Kaynağı	Yumru NO_3^- - N Kapsamı (%)					
	N_0	N_1	N_2	N_3	N_4	Ort.
1-AS	0.05	0.18	0.05	0.09	0.03	0.08 a
2-AS+N-serve	0.05	0.00	0.05	0.02	0.02	0.03 d
3-AS+FJ	0.05	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04 bcd
4-KKÜ	0.05	0.01	0.01	0.06	0.05	0.03 cd
5-FLD	0.05	0.04	0.08	0.00	0.00	0.03 cd
6-AZN	0.05	0.07	0.05	0.00	0.07	0.05 bcd
7-1/2 AS+1/2 KKÜ	0.05	0.11	0.07	0.02	0.04	0.06 abc
8-1/2 AS+1/2 FLD	0.05	0.06	0.13	0.01	0.06	0.06 ab
9-1/2 AS+1/2 AZN	0.05	0.05	0.13	0.03	0.03	0.06 abc
En düşük		0.00	0.01	0.00	0.00	0.03
En yüksek		0.18	0.13	0.09	0.07	0.08
Ortalama	0.05 bc	0.06 ab	0.07 a	0.03 c	0.04 c	0.05

^{1/} Değerler 3 yinelemenin ortalamasıdır.

^{2/} Azot kaynakları ve dozlarına alt genel ortalamalarda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 olasılık sınırına göre önemli değildir.

farkları karşılaştırmak amacıyla yapılan LSD testine göre, N₂ ile N₀ ve N₂ ile N₃ ve N₄ dozları arasındaki fark % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Tablo 2). N₀ dozunda yumrunun NO₃⁻ azotu kapsamının N₃ ve N₄ dozuna göre yüksek olması; N₀ dozunda yumru gelişimi ve verimi düşük olduğundan Steenbejerg (1951)'e atfen Houba ve Keltenjs (1978)'in belirttiği gibi, yumruda NO₃⁻ kapsamının nisbi artışı nedeniyle olabilir.

Değişik azot kaynaklarının etkisiyle, azot dozlarının ortalaması olarak yumrunun NO₃⁻ azotu kapsamı % 0.03 ile % 0.08 arasında değişmekte olup ortalama % 0.05'dir. Yumrunun nitrat azotu kapsamı üzerine azot kaynaklarının etkisi genel olarak birbirinden farklı olup, en fazla NO₃⁻ azotu AS uygulanan muamelelerde daha sonra AS+Yavaş çözünen azot kaynakları uygulanan muamelelerde en az da AS+N-serve, KKÜ, FLD ve daha sonra AS+FJ ve AZN uygulanan muamelelerde tespit edilmiştir (Tablo 2).

Yumrunun NO₃⁻ azotu kapsamına azot kaynakları ve dozlarının etkilerini belirlemek için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre azot kaynakları ve dozları yumrunun NO₃⁻ azotu kapsamına % 1 önem seviyesinde etki olmuşlardır. Diğer taraftan interaksiyonun da istatistiksel yönden önemli çıkması yumrunun NO₃⁻ azotu kapsamının azot kaynağı ve dozuna bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Sonuç olarak; yumru verimi ve yumrunun bazı özellikleri bakımından en uygun azot dozunun 30 kg N/da (N₂) ve en uygun azot kaynağının birinci sırada AS+AZN ve ikinci sırada ise FLD olduğu söylenebilir. Ancak, sera koşullarında elde edilen bu sonuçların çiftçiye tavsiye edilmeden önce mutlaka sözkonusu yörede benzer tarla denemeleri yapılarak doğrulanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Alkan, B., 1979. Adapazarı ve Bolu Yörelerinde Patatese Uygulanacak Ticari Gübre Çeşit ve Miktarları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müd. Yay. 85/18, Ankara.
- Allen, S.A., 1984. Slow release nitrogen fertilizers in : Nitrogen in Crop Production ASA-CSSA-SSSA pp. 195-206.
- Bremner, U.M., 1965. Nitrogen (Methods of Soil Analysis Part. 2., C.A. Black et al.) American Soc. of Agr. Inc. Madison. Wiskonsin USA 1149-1176.

- Cox, D., Addiscott, T.M., 1976. Sulphur-coated Urea as a fertilizer Potatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 27 : 1015-1020.
- Csizinsky, A.A., 1989. Effect of Controlled (slow) Release Nitrogen Sources on Tomato, *Lycopersicon esculentum* M. II. CV. Solar Set. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 102 : 348-351.
- Houba, V.J.G., Keltjens, W.G., 1978. International Potato Course. Interpretation of Plant Analysis. International Agricultural Centre Wageningen, The Netherlands.
- İşık, Y., Alptürk, C., 1986. Konya Yöresinde Patatesin Azotlu Gübre İsteği. Konya Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No : 122. Raporlar Serisi No : 96. Konya.
- Jackson, M.L., 1962. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. 183. New York.
- Karaca, M., Demir, Z., Arıkan, A., 1992. Nevşehir ve Niğde'de Azot Miktarı ve Uygulama Zamanının Patates Verimine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü. Gelişme Raporu (Basılmamış). Ankara.
- Krauss, A., Marschner, H., 1971. Einfluss der Stickstoffernahrung der Kartoffeln auf Induktion und Wachstumrat der Knolle. *Zeitschrift für Pflanzenernahrung und Bodenkunde* 128, 153-168.
- Kurucu, N., 1979. Nitroform ve Diğer Azotlu Gübrelerin Bazı Kültür Bitkilerinin Verimleri Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müd. Yay. 101/24. Ankara.
- Kuşman, N., Eraslan, F., Eraslan, M., Çiçek, N., 1988. Patates Tarımı. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No : 82. Menemen, İzmir.
- Leszczynski, W., Lisinska, G., 1988. Influence of Nitrogen Fertilization on Chemical Composition of Potato Tubers. *Food Chemistry (UK)*. ISSN 0308-8146. 1988. 28 : 45-52.
- Mondy, N.I., Munshi, C.B., Gosselin, B., 1988. The Effect of Nitrogen Fertilization on the Quality of Potatoes. *American Potato Journal (USA)*. ISSN 0003-0589. 1988. 65 (8) : 492-493.
- Oral, E., 1979. Nişasta ve Şeker Bitkilerinin Yetiştiriliş Tekniği (Teksir). Atatürk Üniversitesi Basımevi. Erzurum.
- Özyurt, E., 1982. Sivas ve Yıldızeli Yöresinde Patatesin Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteği. Tokat Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Parashar, K.S., 1980. Efficiency of Urea, Nitrification Inhibitor Treated Urea, and Slow-Release Nitrogen Fertilizers for Sugarcane.

- Penny, A., Addicott, T.M., Widdowson, F.V., 1984. Assessing the need of maincrop potatoes for late nitrogen by using isobutylidene di-urea, by injecting nitrification inhibitors with aqueous N fertilizers and by dividing dressings of "Nitro-Chalk". J. Agric. Sci. Camb. 103 : 577-585.
- Perrenoud, S., 1983. Potato. Fertilizers for Yield and Quality. International Potash Institute. IPI Buletin No : 8. Berne, Switzerland.
- Purcell, A.E., Walter, Jr. W.M., Nicholaides, J.J., Collins, W.W., Chancy, H., 1982. Nitrogen, Pottasium, Sulfur Fertilization and Protein Content of Potatoes. Journal of The American Society for Horticultural Science. ISSN 0003-1062. 1982 107 (3): 425-427.
- Reddy, K.S., Menary, R.C., 1989. Effects of nitrogen source, rate and application time on boronia (*Boronio megastigma* Nees) leaf nitrogen and flower production. Department of Agricultural Science. 19 : 169-174.
- Timm, H., Bishop, J.C., Tyler, K.B., Zahara, M., Schweers, V.H., Guerard, J.P., 1983. Plant Nutrient Uptake and Potato Yield Response to Banded and Broadcast Nitrogen. American Potato Journal. 1983. Vol : 60 p : 577.
- Varis, E., 1972. The Effects of Increasing NPK Rates on The Yield and Quality of The Pito Potato. I Tuber Yield, Starch Content and Starch Yield. Acta Agrolia Fennica. 128-120.
- William, F.T., Smith, O., 1959. Potato Processing. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, 17.
- Yılmaz, A., 1992. Niğde Mıslı Ovasında Yetiştirilen Patatese (*Solanum tuberosum*), Farklı Zamanlarda ve Değişik Miktarlarda Uygulanan Azotlu Gübrenin, Yumru Verimi, Yumru İriliği ve Yumruda Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma (Yayınlanmamış). S.Ü. Zir. Fak. Doktora Tezi. Konya.

**STANDART TİP TARIM TRAKTÖRLERİNİN ÇEKİ
PERFORMANSININ SİMÜLASYONU**

Ahmet PEKER*

ÖZET

Traktörlerin çeki performanslarının belirli bir doğrulukla önceden tahmin edilmesi, kullanıcılara büyük kolaylıklar sağlayacaktır. Bu amaçla, ülkemizde üretilen bazı traktörlerin deney raporlarından yararlanarak, çeşitli araştırmacıların önerdiği eşitlikler yardımıyla bu traktörlerin çeki performansları hesaplanmıştır. Hesaplanan ve ölçülen çeki kuvveti değerleri arasında uygulanan regresyon analizlerine göre (1) nolu dinamik dingil yükü eşitliği, her üç traktör için de $r= 0.99 \dots 1.0$ korelasyon katsayıları ile bu amaç için kullanılabilir nitelikte bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler : Çeki performansı, standart traktör.

ABSTRACT

**THE SIMULATION OF TRACTION PERFORMANCE OF
THE STANDART TRACTORS**

It will be very convenient for the users, the estimation of the traction performance of the tractors. For this reason, the tractor performance of three tractors which are standart types, were calculated using the test reports of the tractors with three equations recommended by some researchers. The regression analyses were done between the calculated and measured drawbar pull values. As a result, one of the equations was found to be available for the all tractors with a high correlation coefficients ($r= 0.99 \dots 1.0 ; n= 5$).

Key Words : Traction performance, standart tractor.

GİRİŞ

Tarımsal çalışmalarda etkin bir mekanizasyon için, ya işletmedeki tarım işmakinalarının güç gereksinimini karşılayabilecek bir traktörle çalıştırılması ya da var olan traktörün üretebileceği gücü büyük ölçüde tüketebilecek tarım işmakinaları ile kullanılması gerekmektedir.

* Yrd. Doç. Dr. S.Ü. Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, KONYA
Geliş Tarihi : 13.11.1995

Herhangi bir traktörün verilen koşullardaki performansı, en doğru biçimde, o koşullarda yapılacak ölçmelerle belirlenebilir. Ancak bu, belirli olanakları gerektiren ve çoğu kez zor olan bir yoldur. Bu nedenle, traktörlerin değişik işletme koşullarındaki performanslarının belirli bir doğrulukla önceden bilinmesini sağlayan yöntemleri geliştirme çabaları devam etmektedir (Gülsoylu ve Keçecioğlu, 1991).

Tarım traktörlerinde yürüten (muharrrik) tekerlek performansına etkili pekçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden bazıları; tekerlek ölçüleri, lastik havası basıncı, traktörün ön ve arka dingil ağırlıkları, dingil momenti, tekerlek patinajı, çeki kuvveti ve toprak koşullarıdır. Ancak tarla çalışmalarında lastik-toprak etkileşimi gibi bazı önemli parametrelerin belirlenebilmesi, bu parametrelerin kontrol edilememesi nedeniyle, oldukça güç ve pahalıdır (Öğüt ve Çarman, 1992). Bilgisayarla model ve simülasyon çalışmaları, tarla çalışmalarındaki çeşitli faktörlerin etkisini belirlemede önemli bir alternatif yoldur. Bu simülasyon çalışmaları, çiftçilerin karar vermesinde önemli rol oynayacaktır (Macnab ve ark., 1977).

Traktörlerin çeki performanslarını tahmin etmede kullanılan verilerin çoğu, traktör deney raporlarından sağlanmaktadır. Nitekim Zoz (1972), tarımsal çalışmalarda traktör iş başarısının belirlenmesinde traktör deney raporlarından yararlanılabilecek bir tahmin yöntemi ortaya koymuş ve uygulamada kolaylık sağlayan nomogram ve grafikler hazırlamıştır. Zoz'a göre, statik arka dingil ağırlığı, dingil gücü (veya maksimum kuyruk mili gücü) ve beton zeminde maksimum çeki gücünü ürettiği patinaj değeri bilinen bir traktörün, verilen çalışma hızı ve zeminde, tarım iş makinaları ile çalışırken ortaya çıkabilecek patinaj ve üretebileceği çeki kuvveti ve çeki gücü değerleri tahmin edilebilir.

Traktör deney raporlarındaki kuyruk mili deney sonuçlarının kullanılabilirliği, çeki kancası deney sonuçlarına oranla daha fazladır. Çünkü kuyruk mili performansı traktörün yalnız yapısal özelliği ile ilgili olmasına karşılık, çeki kancası performansına ise traktörün yapısal özelliğinin yanısıra, üzerinde bulunduğu zemin de etkilidir (Zoz, 1972; Bashford ve ark., 1987).

Modelin Tanıtılması

Standart tarım traktörlerinde dinamik dingil yükü, statik dingil yükü ve ağırlık transferi kullanılarak belirlenmektedir. Dinamik dingil yükünün tahmininde Alimardini ve ark. (1989) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır.

$$G_{da1} = G_{sa} + F. \left(\frac{h}{l} \right) \dots\dots\dots (1)$$

$$G_{da2} = G_{sa} + \frac{M_t - [F(r_a - h) + (W_{f0} \cdot r_a)]}{1} \dots\dots\dots (2)$$

$$G_{da3} = G_{sa} + \frac{M_t - [(r_a - h) + W_{f0}(r_a - r_0)]}{1} \dots\dots\dots (3)$$

Burada;

G_{da1} , G_{da2} , G_{da3} : Dinamik arka dingil yükü (kN),

G_{sa} : Statik arka dingil yükü (kN),

F : Çeki kuvveti (kN),

h : Çeki kancası yüksekliği (m),

l : Dingiller arası uzaklık (m),

M_t : Arka dingil momenti (kNm),

r_0 : Ön tekerlek yuvarlanma yarıçapı (m),

r_a : Arka tekerlek yuvarlanma yarıçapı (m),

W_{f0} : Ön tekerlek yuvarlanma direnci (kN)'dir.

Eşitliklerde kullanılan ön tekerlek yuvarlanma direnci,

$$W_{f0} = G_{s0} \cdot f_r \dots\dots\dots (4)$$

eşitliği ile bulunmaktadır. Burada;

G_{s0} : Statik ön dingil yükü (kN),

f_r : Yuvarlanma direnci katsayısı (0.05)'dir.

Arka dingil momenti (M_t) ise,

$$M_t = M_d \cdot i \cdot \eta \dots\dots\dots (5)$$

eşitliğiyle bulunmaktadır. Burada;

M_d : Motor momenti (kNm),

i : Transmisyon oranı,

η : Transmisyon verimi (0.85)'dir.

Wismer ve Luth (1973) ile Wang ve Domier (1989)'in önerdikleri net çeki kuvveti eşitliği ise şöyledir :

$$F_n = G_{da} \cdot [0,75 (1 - e^{-0,3 \cdot Ts \cdot P}) - (1,2 / Ts + 0,04)] \dots\dots\dots (6)$$

Burada;

F_n : Net çeki kuvveti (kN),

G_{da} : Dinamik arka dingil yükü (kN),

Standart Tıp Tarım Traktörlerinin Çeki Performansının Simülasyonu

P : Patınaj,

Ts : Tekerlek sayısal değeridir.

Tekerlek sayısal değeri ise aşağıdaki eşitlik yardımı ile bulunmuştur.

$$T_s = \frac{Kf \cdot b \cdot R_a}{G_{da}} \quad (Kf > 1113 \text{ kPa için}) \quad \dots\dots\dots (7)$$

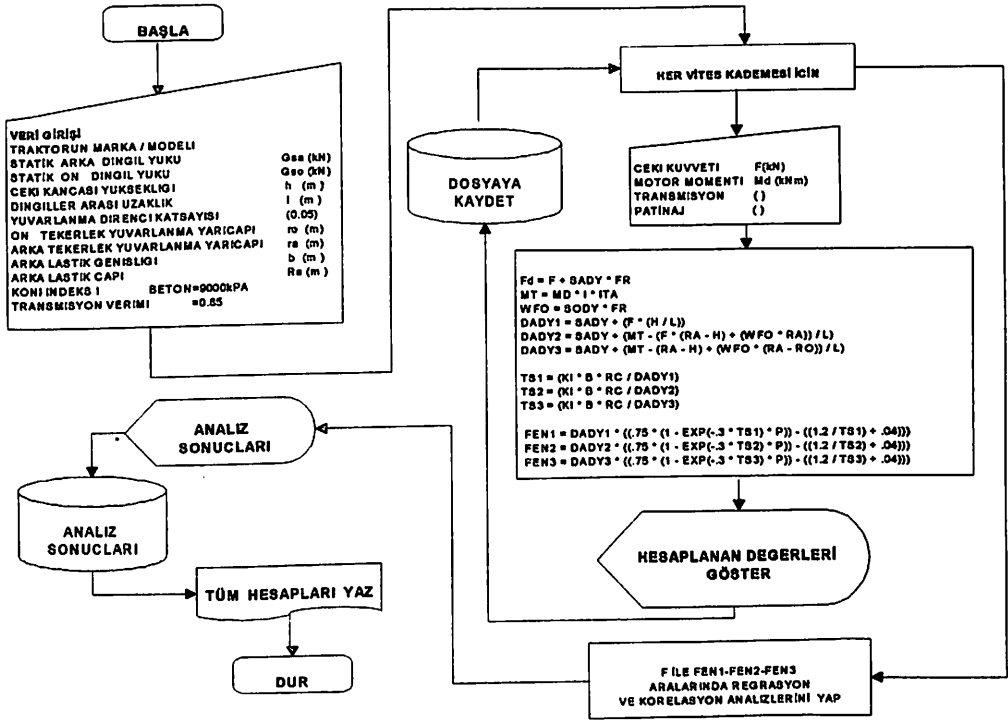
Burada;

Kf : Koni indeksi (beton zemin için 9000 k Pa),

b : Arka lastik genişliği (m),

Ra : Arka lastik çapı (m)'dir.

Yukarıda açıklanan matematiksel modeller esas alınarak ve ilgili eşitlikler kullanılarak, bu tip hesaplamalara hız ve kolaylık kazandırmak amacıyla BASIC dilinde bir bilgisayar programı hazırlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Bilgisayar programının akış şeması

MATERYAL VE METOT

Araştırmada materyal olarak Massey Ferguson 240, Steyr 8073, ve Ford 6610 traktörleri kullanılmıştır. Bu traktörlerin deney raporlarından alınan araştırmaya konu bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir (Anonymous, 1984; Anonymous, 1985; Anonymous, 1987).

Tablo 1. Araştırmada Kullanılan Traktörlerin Bazı Teknik Özellikleri

Teknik Özelliği	Traktörlerin Marka ve Modeli		
	MF 240	STEYR 8073	FORD 6610
Motor gücü (kW) ve hızı (min^{-1})	29.34-2390	37.46-2376	52.77-2150
Hız kademesi	8 ileri 2 geri	16 ileri 2 geri	8 ileri 2 geri
Ön Tekerlekler			
- Boyutları	6.00-16	7.50-16	7.50-16
- Maksimum yükü (kN)	6.2	7.31	6.97
- Yuvarlanma yarıçapı (m)	0.318	0.382	0.370
Arka Tekerlekler			
- Boyutları	13.6/12.28	13.6/12-36	13.6/12-36
- Maksimum yükü (kN)	13.6	15.84	15.01
- Yuvarlanma yarıçapı (m)	0.63	0.720	0.715
- Lastik genişliği (m)	0.345	0.345	0.345
Genel Ölçüleri			
- İz genişliği (m)	1.325	1.352-1.852	1.420-1.940
- Dingiller arası uzaklık (m)	1.892	2.130	2.223
- Çeki demirinin yerden yük. (m)	0.410	0.610	0.440
Toplam Kütle (kN)	21.26	23.240	26.45
Statik arka dingil kütlesi (kN)	11.78	14.84	16.90
Nominal motor devrindeki hızlar (km/h)			
Y ₁	2.41	1.44	2.96
Y ₂	3.53	2.81	5.26
Y ₃	4.90	4.32	6.79
Y ₄	6.87	7.00	8.18
H ₁	10.69	9.94	10.65

Traktörlerin deney raporlarından alınan veriler, açıklanan modeldeki eşitliklerde yerlerine yazılarak, traktörlerin farklı viteslerde geliştirebileceği net çeki kuvvetleri hesaplanmıştır. Deney raporundaki net çeki kuvveti değerlerine, arka tekerleklerin yuvarlanma direnci eklenerek, eşitliklerle hesaplanan net çeki kuvveti değerleri ile arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere regresyon analizleri yapılmıştır.

Hesapla bulunan net çeki kuvveti değerlerinin hatası % olarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuştur.

$$\% \text{Hata} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{Ölçülen değer}}{\text{Hesaplanan değer}} \right)$$

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Alimardini ve ark. (1989), Wismer ve Luth (1973) ile Wang ve Domier (1989) tarafından önerilen eşitlikler yardımıyla, ülkemizde imal edilen üç farklı marka ve model traktör için hesaplanan dinamik dingil yükleri ve net çeki kuvveti değerleri Tablo 2, 3 ve 4'de verilmiştir.

Tablo 2. MF 240 Traktörünün Farklı Vites Kademelerinde Dinamik Dingil Yükü ve Net Çeki Kuvveti Değerleri

Vites Kademesi	Patınaj (%)	Dinamik Dingil Yükü (kN)		Hesaplanan Net Çeki Kuvveti (kN)	Ölçülen Net Çeki Kuvveti (kN)
Y ₁	15.0	G _{da1}	14.56	10.27	13.43
Y ₂	15.1		14.56	10.27	13.43
Y ₃	13.5		14.43	10.18	12.80
Y ₄	9.5		14.29	10.08	12.16
H ₁	5.5		13.61	9.60	9.02
Y ₁	15.0	G _{da2}	16.92	11.93	13.43
Y ₂	15.1		16.43	11.58	13.43
Y ₃	13.5		15.03	10.60	12.80
Y ₄	9.5		13.98	9.87	12.16
H ₁	5.5		13.18	9.30	9.02
Y ₁	15.0	G _{da3}	18.38	12.95	13.43
Y ₂	15.1		17.88	12.60	13.43
Y ₃	13.5		16.42	11.57	12.80
Y ₄	9.5		15.29	10.78	12.16
H ₁	5.5		14.12	9.96	9.02

Hesapla bulunan net çeki kuvveti ile ölçülen net çeki kuvveti değerleri arasında uygulanan matematiksel model ilişkilerine ait regresyon denklemleri ve korelasyon katsayıları Tablo 5'de verilmiştir.

Traktörlerin hesaplanan ve ölçülen net çeki kuvveti değerleri arasındaki % hata ilişkileri Tablo 2'da verilmiştir.

Yapılan regresyon analizlerinde ele alınan traktörlerin dinamik dingil yükünün bulunmasında kullanılan (1) nolu eşitlik için ilişki lineer,

Tablo 3. Steyr 8073 Traktörünün Farklı Vites Kademelerinde Dinamik Dingil Yükleri, Hesaplanan ve Ölçülen Net Çeki Kuvveti Değerleri

Vites Kademesi	Patınaj (%)	Dinamik Dingil Yükü (kN)		Hesaplanan Net Çeki Kuvveti (kN)	Ölçülen Net Çeki Kuvveti (kN)
Y ₁	15.0	G _{da1}	19.14	13.49	15.74
Y ₂	13.7		18.77	13.23	14.47
Y ₃	10.4		18.59	13.11	13.84
Y ₄	6.9		18.66	13.15	14.07
H ₁	4.3		17.93	12.64	11.52
Y ₁	15.0		G _{da2}	21.87	15.40
Y ₂	13.7	21.43		15.09	14.47
Y ₃	10.4	19.42		13.69	13.84
Y ₄	6.9	18.49		13.04	14.07
H ₁	4.3	17.85		12.59	11.52
Y ₁	15.0	G _{da3}		22.67	15.96
Y ₂	13.7		22.17	15.61	14.47
Y ₃	10.4		20.12	14.18	13.84
Y ₄	6.9		19.20	13.54	14.07
H ₁	4.3		18.43	12.59	11.52

Tablo 4. Ford 6610 Traktörünün Farklı Vites Kademelerinde Dinamik Dingil Yükleri Hesaplanan ve Ölçülen Net Çeki Kuvveti Değerleri

Vites Kademesi	Patınaj (%)	Dinamik Dingil Yükü (kN)		Hesaplanan Net Çeki Kuvveti (kN)	Ölçülen Net Çeki Kuvveti (kN)
Y ₁	15.0	G _{da1}	20.01	14.10	16.55
Y ₂	15.0		20.01	14.10	16.55
Y ₃	15.0		19.91	14.03	16.05
Y ₄	14.6		19.96	14.06	16.30
H ₁	10.6		19.70	13.88	14.98
Y ₁	15.0		G _{da2}	19.82	13.97
Y ₂	15.0	22.76		16.02	16.55
Y ₃	15.0	21.55		15.18	16.05
Y ₄	14.6	20.65		14.54	16.30
H ₁	10.6	20.64		14.54	14.98
Y ₁	15.0	G _{da3}		21.72	15.29
Y ₂	15.0		24.65	17.34	16.55
Y ₃	15.0		23.39	16.46	16.05
Y ₄	14.6		22.51	15.85	16.30
H ₁	10.6		22.34	15.73	14.98

Tablo 5. Hesaplanan ve Ölçülen Net Çeld Kuvetlerine Alt Regresyon Denklemleri ve Korelasyon Katsayıları (Y : Hesaplanan NÇK; X : Ölçülen NÇK)

TRAKTÖRÜN		Dinamik Dingil Yüklü	Regresyon Denklemi	Korelasyon Katsayısı
MF 240	Gda1	Y = 8.23+0.15X Y = 5.92+1.67 log X Y = 8.37 X ^{1.015} Y = 6.625 e ^{0.17X}		r = 1.00** r = 0.99** r = 1.00** r = 0.99**
	Gda2	Y = 4.34+0.52X Y = -3.23+5.58log x Y = 5.78 X ^{1.05} Y = 2.79 e ^{0.54X}		r = 0.86 r = 0.84 r = 0.87 r = 0.85
	Gda3	Y = 4.27+0.6X Y = -4.53+6.47 log X Y = 6.015 X ^{1.055} Y = 2.74 e ^{0.577X}		r = 0.89* r = 0.87 r = 0.90* r = 0.89*
	Gda1	Y = 10.33+0.2X Y = 6.08+2.68 log X Y = 10.59 X ^{1.015} Y = 7.64 e ^{0.206X}		r = 1.00** r = 0.99** r = 1.00** r = 0.99**
STEYR 8073	Gda1	Y = 4.46+0.68X Y = -9.67+8.99 log X Y = 7.03 X ^{1.05} Y = 2.54 e ^{0.65X}		r = 0.89 r = 0.83 r = 0.85 r = 0.84
	Gda2	Y = 4.46+0.72X Y = -10.44+9.47 log X Y = 7.19 X ^{1.05} Y = 2.55 e ^{0.66X}		r = 0.86 r = 0.84 r = 0.86 r = 0.85
	Gda1	Y = 11.81+0.14X Y = 7.98+2.18 Log X Y = 11.97 X ^{1.01} Y = 9.11 e ^{0.155X}		r = 1.00** r = 1.00** r = 1.00** r = 1.00**
	Gda2	Y = 11.06+0.235X Y = 4.52+3.72 log X Y = 11.72 X ^{1.015} Y = 7.78 e ^{0.23X}		r = 0.20 r = 0.20 r = 0.18 r = 0.19
FORD 6610	Gda1	Y = 10.97+0.32 X Y = 2.05+5.07 log X Y = 11.87 X ^{1.02} Y = 6.99 e ^{0.3X}		r = 0.27 r = 0.27 r = 0.26 r = 0.26
	Gda2			
	Gda3			
	Gda3			

* 0.05 düzeyinde; ** 0.01 düzeyinde önemlidir.

Tablo 6. Ölçülen ve Hesaplanan Çeki Kuvveti Değerlerinin Hatasına Ait Ortalamaları

Traktörün Marka ve Modeli	Dinamik Dingil Yükü	Hatanın Ortalaması (%)
MF 240	Gda ₁	-20.3358 ± 11.945
	Gda ₂	-13.8944 ± 4.617
	Gda ₃	-4.8416 ± 3.906
STEYR 8073	Gda ₁	-5.96.04 ± 8.907
	Gda ₂	3.4296 ± 2.227
	Gda ₃	3.6678 ± 1.754
FORD 6610	Gda ₁	-14.5736 ± 1.761
	Gda ₂	8.5202 ± 2.976
	Gda ₃	0.1676 ± 2.710

logaritmik, üstel ve ekponansiyel regresyon modelleri için korelasyon katsayıları, $r= 0.99...1.0$ gibi çok yüksek değerlerde bulunmuştur. (2) nolu eşitlik yardımı ile hesaplanan net çeki kuvveti değerleri ile ölçülerek bulunan net çeki kuvveti değerleri arasındaki korelasyon katsayısı değerleri $r= 0.19...0.87$ arasında değişmiştir. (3) nolu eşitlikle bulunan korelasyon katsayısı değerleri ise $r= 0.26...0.89$ arasında değişmiştir.

Dinamik dingil yükünün hesaplanmasında kullanılan (1) nolu eşitlik ile bulunan, hesaplanan ve ölçülen net çeki kuvveti değerleri arasındaki ilişki, (2) ve (3) nolu eşitliklere göre daha yüksek korelasyon katsayısına sahiptir. Bunun nedeni, (2) ve (3) nolu eşitliklerde (1) nolu eşitlikten farklı olarak arka dingil momenti, ön tekerlek yuvarlanma direnci, ön ve arka tekerleklerin yuvarlanma yarıçapları gibi faktörlerin devreye girmesi ve dinamik durumda değişken olan bu faktörlerin hesaplanmasında bazı kabullenmelerin yapılması gösterilebilir.

Ölçülen ve hesaplanan net çeki kuvveti değerlerinin hatasına ait ortalamalar MF 240 traktöründe her üç eşitlik için de negatif değerli çıkmıştır. Steyr 8073 traktöründe (1) nolu eşitliğin, Ford 6610 traktöründe (1) ve (2) nolu eşitliklerin hata ortalamaları da negatif değerlidir. Hata ortalamasının negatif değerde çıkması, hesapla bulunan net çeki kuvveti değerlerinin, ölçülerek bulunan net çeki kuvveti değerlerinden küçük olmasıdır.

Bu sonuçlara göre, dinamik dingil yükünün hesaplanmasında kullanılan (1) nolu eşitliğin, deney raporlarındaki bilgilerden yola çıkılarak, traktörlerin farklı viteslerde geliştirebileceği net çeki kuvvetinin tahmininde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Alimardini, R., T.S. Calvin, S.J. Marley, 1989. Verification of the "Terms" Traction Prediction Model. Transaction of the ASAE, 32 (3) : 817-821.
- Anonymous, 1984. Massey Ferguson 240 Traktörü Test Raporu. Tarımsal Mekanizasyon Araştırma ve Deney Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1985. Ford 6610 Traktörü Test Raporu. Tarımsal Mekanizasyon Araştırma ve Deney Enstitüsü, Ankara.
- Anonymous, 1987. Steyr 8073 Traktörü Test Raporu. Tarımsal Mekanizasyon Araştırma ve Deney Enstitüsü, Ankara.
- Bashford, L.L., K.L. Van Bargaen, T.R. Way, L. Xiaoxian, 1987. Performance Comparison Between Duals and Singles on the Rear Axle of a Front Wheel Assist Tractor. Transactions of the ASAE, 30 (3) : 641-645.
- Evcim, Ü., 1984. Traktör Tasarımı ve Etkin Kullanımı İçin Çeki Performansı Belirlenmesi. SEGEM, İzmir.
- Gülsoy, E., G. Keçecioğlu, 1991. Yerli Yapım Bazı Traktörlerin Çeki Performanslarının Belirlenmesi Üzerinde Bir Çalışma. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi, Konya, 136-146.
- Macnab, G. E., R.B. Wensink, D.E. Booster, 1977. Modeling Wheel Tractor Energy Requirements and Tractive Performance. Transaction of the ASAE, 77 (4) : 602-605.
- Öğüt, H., K. Çarman, 1992. Tarım Traktörlerinde Çeki Performansının Matematiksel Modellenmesi ve Bilgisayarla Çözümlemesi Üzerine Bir Araştırma. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 2 (3) : 55-65, Konya.
- Wang, Z., K.W. Domier, 1989. Prediction of Drawbar Performance for a Tractor With Dual Tires. Transaction of the ASAE, 32 (5) : 1529-1533.
- Wisner, R.D., H.J. Luth, 1973. Off-Road Traction Prediction for Wheeled Vehicles. Journal of Terramechanics, 10 : 49-61.
- Zoz, F.M., 1972. Predicting Tractor Field Performance. Transactions of the ASAE, 15 (2) : 249-255.