



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 1 - Sayı 3: 70-75 / Temmuz 2018

(Volume 1 - Issue 3: 70-75 / July 2018)

FARKLI SODYUM SEVİYELERİNDEKİ SULAMA SULARININ FASULYE BİTKİSİ YAPRAK ALANINA ETKİSİ VE YAPRAK ALANI TAHMİNİ

Danaya YERKİN¹, Kadir Ersin TEMİZEL^{1*}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

Gönderi: 14 Mart 2018; **Yayınlanma:** 01 Temmuz 2018
(Submission: March 14, 2018; **Published:** July 01, 2018)

Özet

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında farklı düzeylerdeki sodyumlu sulama suyu uygulamalarının üstü plastik kaplı bir alanda Temmuz-Ağustos-Eylül döneminde yetiştirilen fasulye bitkisinin, yaprak alanına etkilerinin belirlenerek yaprak alanının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla S0 (SAR=0), S15 (SAR=15), S30 (SAR=30), S40 (SAR=40) arasında değişen 4 farklı sodyum seviyesindeki sulama suyu uygulamaları ile yetiştirilen fasulye bitkisi yaprak alanları konu olarak seçilmiştir. Çalışmada öngörülen farklı sodyumluluk seviyesine sahip sulama sularının hazırlanmasında CaCl₂, MgSO₄, ve NaCl tuzları kullanılmıştır. Yaprak alanı ölçümlerinde WebPlotDigitizer bilgisayar programı kullanılmıştır. Elde edilen denklemlerin kullanımıyla kolay ve bitkiye hasar vermeden yaprak alanlarının belirlenebileceği görülmüştür. Buna göre S0, S15, S30 ve S40 konuları için sırasıyla $YA = -22.066 + 2.782 \cdot x + 5.221 \cdot y$, $YA = -2.138 + 2.318 \cdot x + 6.091 \cdot y$, $YA = -25.062 + 2.057 \cdot x + 6.968 \cdot y$ ve $YA = -13.151 + 1.474 \cdot x + 5.156 \cdot y$ denklemleri belirlenmiştir. Denklemlerde x yaprak uzunluğu (cm) ve y yaprak genişliği (cm) olarak alındığında $mx + ny + z$ formundaki basitleştirilmiş hale çoklu regresyon kullanılarak getirilen denklemlerin sonuçlarının $p < 0.001$ düzeyinde önemli olduğu bulunmuş, denklemlerin iyi derecede yaprak alanını tahmin ettiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Fasulye, Sulama, Sodyum absorpsiyon oranı, Yaprak alanı modeli

The Effects of Sodic Water Applications at Different Levels on The Leaf Area and Leaf Area Estimation of Bean Plants

Abstract: This study was carried out to determine the effects of sodic water applications at different levels on the leaf area of bean plants in the experimental area of Ondokuz Mayıs University Agricultural Faculty. Besides, it is aimed to estimate the leaf area by the width and length measurements obtained from the leaf. The study was carried out in July-August-September period with a top plastic covered greenhouse. For this purpose, four different sodium level irrigation water applications were chosen as subjects, ranging from S0 (SAR = 0), S15 (SAR = 15), S30 (SAR = 30) and S40 (SAR = 40). CaCl₂, MgSO₄, and NaCl salts were used for the preparation of irrigation waters having different sodium levels in the study. WebplotDigitizer computer program was used for leaf area measurements. Using the obtained equations, leaf areas can be determined easily and without damage to the plant. Equations have been

determined for S0, S15, S30 and S40 respectively as $YA=-22.066+2.782*x+5.221*y$, $YA=-2.138+2.318*x+6.091*y$, $YA=-25.062+2.057*x+6.968*y$ ve $YA=-13.151+1.474*x+5.156*y$. In equations x and y shows leaf length (cm) and leaf width (cm) respectively. Multiple regression is used in finding equations. It was found that the results of the equations were significant at the level of $p < 0.001$. It is clear that leaf areas are well predicted by equations.

Keywords: Bean, Irrigation, Sodium absorption rate, Leaf area model

***Corresponding author:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: ersint@omu.edu.tr (K.E. TEMİZEL)

1. Giriş

Tuzluluk ve sodyumluluk tüm dünyada önemli problem oluştururken birçok araştırmacı tuzluluğun bitki ve toprak üzerine etkileri konularında çalışmalar yapmıştır. Yapılan araştırmalara göre tuzluluk üzerinde birçok çalışma varken sodyumluluk üzerinde detaylı arazi denemeleri içeren çalışmalar bulunmamaktadır. Tuzluluk problemlerinin basit çözümleri arasında yıkama suyu ile birlikte drenaj sisteminin çalıştırılmasıdır. Böylelikle yeterli yağışı olan bir kış sezonunda bile drenaj sisteminin çalışmasıyla tuz probleminden kurtulmak kolay görünebilir. Ancak sodyumluluğu oluşturan kaynaklar içinde sulama suyunun bitkiye ve onun kullanıldığı toprağa etkilerini bilmek ve bitkilere göre eşik değerini çıkarmak toprak potansiyellerinin ileriki nesillere bozulmamış olarak aktarma açısından önemli hale gelmektedir (Kanber ve Ünlü, 2014).

Sulamada kullanılan suyun kalitesi bitki gelişiminde önemli rol oynar. Suyun kalitesinde içerdiği tuz, sodyum ve toksik element miktarı etkilidir. Tuz ve sodyum içeriği yüksek olan su ile sulama, hem toprak profilinin çözünebilir tuz ve sodyum içeriğinde, hem de drenaj sularının tuz ve sodyum yükünde bir artışa neden olur. Drenaj suyuna ulaşamayan tuz ve sodyumlar toprakta birikir. Bu miktarın artması bitkinin zarar görmesine neden olur (Sönmez ve Kaplan, 2004).

Toprakta biriken tuz ve sodyum, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozmakta ve bitki gelişimini de olumsuz yönde etkilemektedir. Yetiştirilen bitkinin veriminde görülecek azalmalar, toprak çözeltisinin konsantrasyonuna bağlı olduğu kadar, bitkinin etki etmenlerine dayanımı ile de ilgilidir (Uzun ve Çelik, 1999).

Yaprak alanının artması bitki büyümesini ciddi oranda artırmaktadır (Karadavut ve ark., 2011). Ayrıca yaprak alanının artması kuru madde birikimi de aynı oranda artırmaktadır (Beadle, 1993). Yaprak sayısı ve yaprağın büyüklüğü yaprak alanını doğrudan etkilemektedir (Sözen ve Karadavut, 2016).

Güneş'ten gelen radyasyon enerjisi yaprak tarafından yakalanıp fotosentezde kullanılır. Yeşil örtme oranı arttıkça fotosentez de artar (Erdoğan, 2012). Modellemeye yönelik araştırmalarda gerçek değerlerin tahmininde başarılı sonuçlar alınmaktadır (Müjdecı, 2005; Cristofori ve ark., 2008; De Swartark ve ark., 2004). Modelleme, canlıların büyüme ve gelişme aşamalarının genel olarak bilgisini vermesi açısından önemlidir.

Modelleme çalışmalarında elde edilecek büyüme verilerinin anlamlı parametreler içermesi oldukça önemlidir (Sözen ve Karadavut, 2016; Roupael ve ark., 2010; Serdar ve ark., 2006; Souza ve ark., 2014).

Tahmin modeli oluşturulurken yaprak boyu, eni gibi değerler ve bunların farklı kombinasyonları kullanılır. Bazı araştırmacılar alan ölçümlerinde kullandıkları el tarayıcıları gibi pahalı cihazlar kullanmaktadırlar. Matematiksel model ile elde edilen eşitlik sayesinde ise yaprak alanı basit, hızlı ve doğrudan tarla şartlarında yapılabilir (Öner ve ark., 2012; Kumar ve ark., 2009; Lu, H.Y ve ark., 2004; NeSmith ve ark., 1992; NeSmith ve ark., 1991).

Kök rizosferinde sodyum miktarının artmasıyla birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Oluşan bu dışsal osmotik stres, kullanılabilir su miktarının da azalmasına sebep olur ve bu olay "fizyolojik kuraklık" olarak da adlandırılır (Çulha ve Çakırlar, 2011; Dheebakaran ve ark., 2009; Gamiely ve ark., 1991; Kintomo ve ark., 2000). NaCl'nin sebep olduğu başlıca sekonder etkileri; DNA, protein, klorofil ve zar fonksiyonuna zarar veren aktif oksijen türlerinin (AOT) sentezi; fotosentezin inhibisyonu; metabolik toksite; K⁺ alımının engellenmesi ve hücre ölümü olarak sayılabilir (Çulha ve Çakırlar, 2011).

Tuzluluk ve sodyumluluk, toprak çözeltisinin osmotik potansiyelini artırarak hücrelerin turgor basıncını azaltmakta ve bitki gelişmesini engellemektedir (Ashraf, 1994). Abiotik faktör olarak sodyum stresi, bitkilerde çimlenme geriliğine, kök ve toprak üstü organlarının gelişiminin engellenmesine, ayrıca yaprak, kök ve sap kuru ağırlıklarının azalmasına neden olmaktadır (Epstein, 1985). Bayuelo-Jimenez ve ark. (2002) 146 fasulye genotipinin tuza dayanıklılığının farklı olduğunu, aynı şekilde Çiftçi ve ark. (2009)'da fasulye genotiplerinin tuza toleransının farklılık arz ettiğini belirtmiştir (Seymen ve Önder, 2016). Yaprak alanının, yaprakları tahrip etmeden bitki üzerinden alınan ölçümlere göre tahmin edilmesinde bir çok araştırmacı çalışma yapmıştır (Williams ve Martinson, 2003; Stoppani ve ark., 2003; Antunes ve ark., 2008; Carmassi ve ark., 2007; Demirsoy ve ark., 2005; Demirsoy ve ark., 2009; Odabas ve ark., 2009; Odabas ve ark., 2005; Olfati ve ark., 2010; Peksen ve ark., 2007; Potdar ve ark., 1991; Ramesh ve ark., 2007; Odabas ve ark., 2009; Odabas ve ark., 2005; Olfati ve ark., 2010; Peksen ve ark., 2007; Potdar ve ark., 1991; Ramesh ve ark., 2007; Küçükönder ve ark., 2016).

Brokoli ile ilgili yaprak alanı tahmin modellerinde (Chien ve Lin, 2002; Stoppani ve ark., 2003; Cittadini ve ark., 2006; Corcoles ve ark., 2015), çay ile ilgili yaprak alanı tahmin modellerinde (Zenginbal ve ark., 2006; Mazzini ve ark., 2010; Mendoza-de Gyves ve ark., 2007), sebzeler için yaprak alanı tahmin modellerinde (Chien ve Lin, 2002; Blanco ve Folegatti, 2005; Carmassi ve ark., 2007; Olfati ve ark., 2010; Cemek ve ark., 2011; Hinnah ve ark., 2014) bir çok araştırmacı çalışma yapmıştır.

Bu çalışmada, kolay bir şekilde yaprağı koparmadan elde edilen yaprağın genişlik ve uzunluğunun ölçülmesi ile alanının tahmin edilmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma, Samsun koşullarında üstü kapalı, dört yanı açık bir serada üç sodyum düzeyi ve bir kontrol konusu ile dört tekrarlı olarak planlanmış ve toplam 16 adet saksıda yürütülmüştür. Her bir saksıya 6 adet tohum hesaplanarak 04 Temmuz 2017 tarihinde tohumlar ekilmiş ve 15 Eylül'de hasat gerçekleştirilmiştir. Bu tohumların hepsinde çimlenme sağlanmıştır. Bitkide üç gerçek yaprak oluştuğundan sonra seyreltme yapılarak her bir saksıda üç bitki kalacak şekilde bırakılmıştır. Romano (oturak) çeşit fasulye tohumu kullanılmıştır.

Denemede kullanılmış orta bünyeli toprakların kimyasal

ve fiziksel özellikleri tablo 1'de gösterilmiştir. E_{Ce} - Saturasyon çamurunun elektriksel iletkenliği, Mg - Magnezyum, Na - Sodyum, K - Potasyum, pH - Saturasyon çamurunun pH'sı ifade etmektedir.

Çalışmada, üst çapı 32 cm ve alt tabanı 25 cm olan 23 L hacmindeki PE malzemeden oluşan saksılar kullanılmıştır. Fasulyenin gübrelenmesinde Galk ve ark. (2008)'nin belirttiğine göre ülkemiz şartlarında yapılacak yetiştirmelerde ortalama 10-15 kg/da N, 5-8 kg/da K₂O ve aynı miktarda P₂O₅ verilmesi uygun olacağını belirtmişlerdir. Buna göre deneme başlangıcında gübre miktarları her saksı için hesaplanarak fosfor gübresi saksıların ilk doldurulmasında toprak yüzeyinden 10 cm derinliğe koyularak karıştırılmış, azot gübresi ise, bitkinin gelişme döneminde iki defada her bir saksıya eşit miktarda verilmiştir. Tohumlar, 04 Haziran 2017 tarihinde ekilmiş, 103 gün sonra (15.09.2017) her bir saksıdaki tüm bitkiler hasat edilmiştir. Denemede kullanılan topraklar, 4 mm'lik elekten elenerek hazırlanıp saksılara doldurulmuştur. Saksılar toprak ile doldurmadan önce alt kısmına drenaj sağlamak amacıyla 670 g çakıl taşları doldurulmuştur. Hava kurusu olarak doldurulmuş olan saksıların tarla kapasitesine getirilerek denemeye başlanmıştır. Sulamalar kullanılabilir su tutma kapasitesinin %30'u tüketildiğinde yapılmıştır.

Tablo 1. Deneme topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

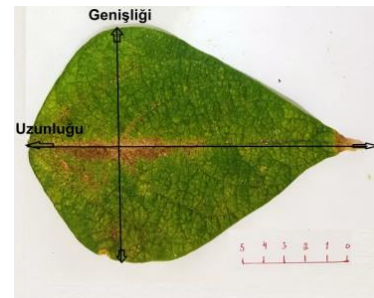
Parametreler	Değerleri	Parametreler	Değerleri
E _{Ce} (dSm ⁻¹)	0.63	Kum yüzdesi	52.3
Mg (ppm)	14.5	Silt yüzdesi	38.3
Na (ppm)	28.2	Kil yüzdesi	9.5
K ⁺ (ppm)	3.9	Bünye sınıfı	Kumlu-Killi-Tın
Çamurda pH	8.28	Kireç, CaCO ₃ (%)	5.3
Tarla Kapasitesi (%)	%33.24	Fosfor, P (ppm)	100
Solma Noktası (%)	%14.56	Kalsiyum, Ca (ppm)	42.3

Çalışmada öngörülen farklı sodyumluluk seviyesine sahip sulama sularının hazırlanmasında CaCl₂, MgSO₄, ve NaCl tuzlarının miktarları tuz sınıfını değiştirmeden sodyumluluk sınıfını ayarlayabilmek için tuz içindeki iyonlar hesap edilerek sulama suları hazırlanmıştır.

Denemelerde kullanılan sulama suyunun kaliteleri konulara göre S0 (SAR=0), S15 (SAR=15), S30 (SAR=30), S40 (SAR=40) şeklinde planlanmıştır. Bunun yanında yaprak alanına ilişkin ölçümler, Eylül ayında toplanan yapraklarda yapılmıştır. Yaprak alanı ölçümlerinde WebPlotDigitizer bilgisayar programından yararlanılmıştır. Yaprakların uzunlukları (x, cm) ve genişlikleri (y, cm) de aynı program üzerinde belirlenmiş, bu bilgilere dayalı olarak alan tahminleri yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde ise Microsoft Office Excel tabanlı XLSTAT istatistik programı kullanılmıştır. Sodyum düzeyleri S0, S15, S30 ve S40'a göre ölçülen yaprak alanları Duncan testi ile karşılaştırılarak konular arasında farklılık bulunduğundan her bir konu için ayrı bir

denklem belirlenmiştir.

Ölçüm değerleri, farklı sodyum düzeylerindeki sulama sularıyla yetiştirilen fasulye bitkilerinden alınmıştır. Yaprak uzunluğu (yaprakçık-lamina kesişiminden orta lamina boyunca lamina ucuna kadar olan maksimum uzunluk) ve genişlik (iki en geniş çizgiye dik uzunluk) cm olarak ölçülmüştür. Tipik bir fasulye yaprağı Şekil 1'de gösterilmiştir.

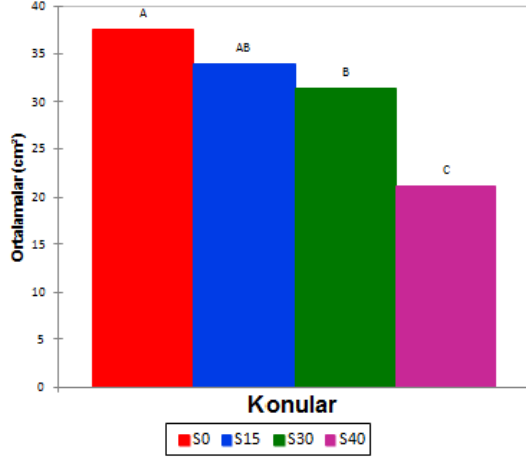


Şekil 1. Fasulye yaprağının uzunluğu ve genişliği

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Sodyum düzeyine göre yaprak alanları

İncelenen toplam 534 adet yaprakta 4 grup konu olduğu için öncelikle bu gruplar arasında yaprak alanları ortalamalarında farklılık olup olmadığı araştırılmış her bir sodyum düzeyinin farklı yaprak alanı ortaya çıkardığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Konulara göre yapılan Duncan testi sonuçları $p < 0.01$ seviyesinde önemli bulunmuş, Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2. Konular arasındaki yaprak alanları Duncan test sonuçları

Tablo 2. Sodyum düzeylerine göre tahmin edilen yaprak alanlarına ilişkin istatistiksel veriler

Konu	Eşitlik (A, cm ²)	Yaprak sayısı	Ortalama	R ² *	RMSE
S0	YA = -22.066 + 2.782*x + 5.221*y SE (2.338)* (0.682)* (0.959)*	256	37.66a	0.754	10.886
S15	YA = -22.138 + 2.318*x + 6.091*y SE (2.801)* (0.591)* (0.860)*	125	33.93ab	0.872	8.089
S30	YA = -25.062 + 2.057*x + 6.968*y SE (1.674)* (0.383)* (0.544)*	83	31.36b	0.944	4.207
S40	YA = -13.151 + 1.474*x + 5.156*y SE (2.184)* (0.529) (0.720)*	70	21.11c	0.816	5.283

SE: Standart Hata, * Standart hata ve R² değerleri $p < 0.001$ seviyesinde önemli

Sodyum düzeylerine göre ölçülen ve tahmin edilen yaprak alanları birlikte grafiklenerek Şekil 3’de gösterilmiştir.

Şekil 3’den de görülebileceği gibi, yaprakların alanlarının belirlenmesinde uzunluk ve genişlik parametrelerinin kullanılması sodyum düzeylerine göre farklılık göstermesine karşın tahmin yöntemlerinin en az %75.4 düzeyinde iyi tahmin yaptığı anlaşılmıştır. R² değerleri dikkate alındığında en düşük değere sahip S0 konusunda genişlik ve uzunluk değerlerinin yaprak alanlarını belirlemek için ortalama bir miktar fazla saptığı diğer yüksek sodyum seviyelerinin ise ortalamalarının düşmesine rağmen bu parametrelerin biraz daha birbirine yaklaştığı gözlemlenmiştir.

Benzer şekilde en yüksek R² değeri olan regresyon modeli en iyi tahmin eşitliği olarak kabul edildiğinden (İbrahim ve Ledolter, 1983), çeşitli parametreler denenerek en yüksek R² değeri elde edilmeye çalışılmıştır. Baklada yapılan bir araştırmada regresyon analizi kullanılarak, LA

Şekil 2 dikkate alındığından hemen hemen bütün konular arasında alan farklılıkları olması nedeniyle her bir konu için elde edilen yapraklara ilişkin uzunluk, genişlik ve alan parametreleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.2. Yaprak alanları tahminleri

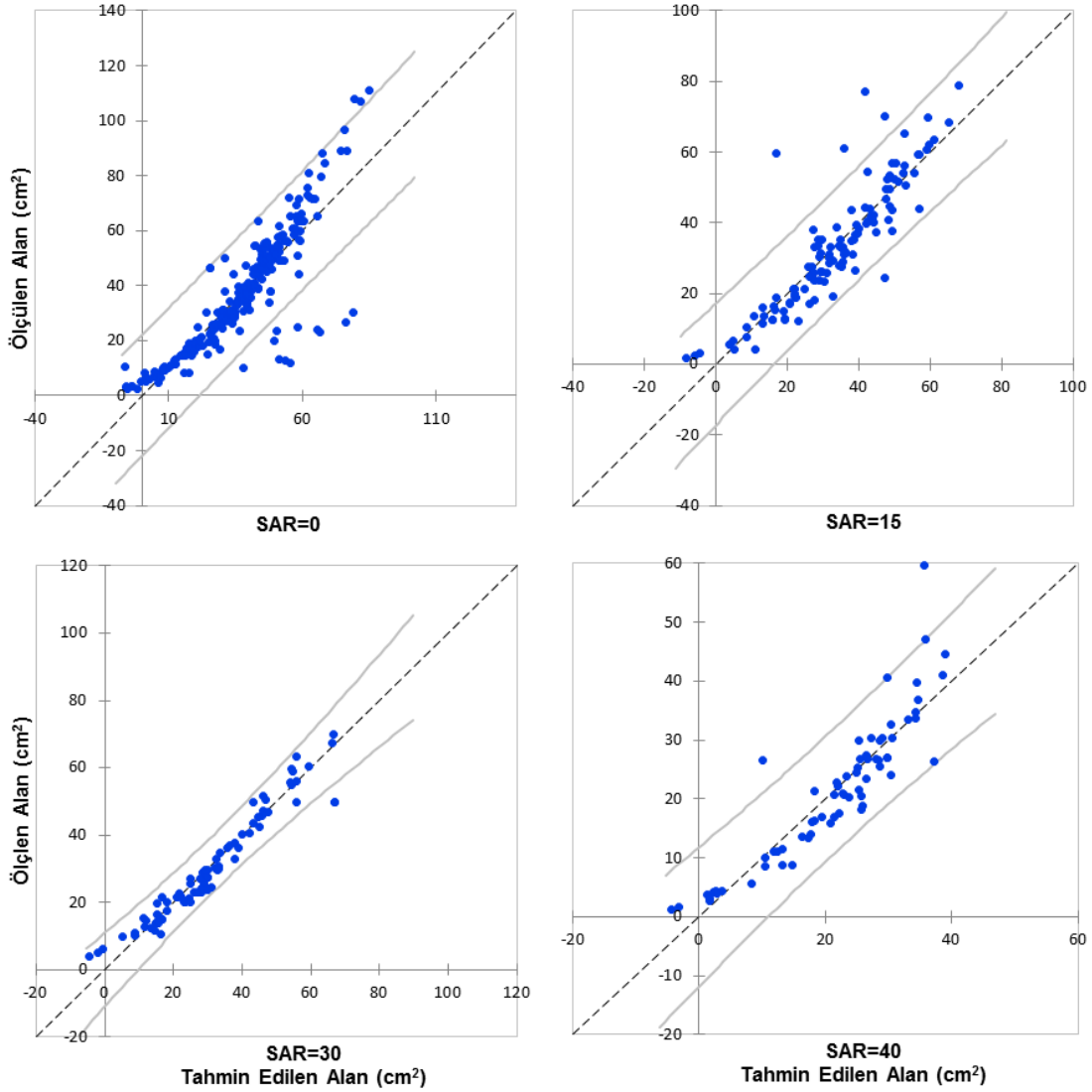
Her bir konuya ilişkin yaprak alanları (YA, cm²), yaprakların uzunlukları (x, cm) ve genişlikleri (y, cm) kullanılarak tahmin edilmiş ve gerekli istatistiksel veriler tablo 2’de gösterilmiştir. RMSE - Kök Ortalama Kare Hatasını (Root Mean Square Error), R²- Regresyonu ifade etmektedir.

Tablo 2 incelendiğinde yaprak alanını genişlik ve uzunluk kullanılarak en iyi tahmin S30 konusunda yapıldığı görülmektedir. Benzer şekilde Stewart ve ark. (1993) yaptıkları çalışmada yaprak alanı tahminde yüksek oranda bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Chien ve Lin (2002), Stoppani ve ark. (2003), Cittadini ve ark. (2006), Corcoles ve ark. (2015) brokolide, Zenginbal ve ark. (2006), Mazzini ve ark. (2010), Mendoza-de Gyves ve ark. (2007) çayda, Blanco ve Folegatti (2005), Carmassi ve ark. (2007), Olfati ve ark. (2010), Cemek ve ark. (2011) ve Hinnah ve ark. (2014) da sebzelerde yaptıkları çalışmada benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

değerlerindeki değişimden sorumlu parametrelerin % 97.59 'luk belirleme katsayısı (R²) ürettiği görülmüştür. Önerilen LA = -1.6923 + (L * 0.0161) + (W * 0.0929) + (0.0062 * L * W) LA tahmini modelinde LA'nın yaprak alanı (cm²), L yaprakçık uzunluğu (cm), W yaprak genişliği (cm) olarak verilmektedir. Çizelge 2’deki eşitlikler bitkilerin S0, S15, S30, S40 içerikli sularla sulandığında yaprakların büyüklüklerinde farklılıklar olacağından farklı eşitlilikler verilmiştir. Dolayısıyla kalitesi düşük suyla sulandığında küçük alanlar, kalitesi yüksek suyla sulanmışsa daha büyük alanlar elde edilmesi nedeniyle farklı şekilde eşitliklerle verilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan bu çalışmada dört farklı sodyum düzeyindeki sulama sularıyla yetiştirilmiş fasulye bitkisinin yapraklarının genişlik ve uzunlukları ile alanları arasındaki bağıntı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.



Şekil 3. Sodyum düzeylerine göre ölçülen ve tahmin edilen yaprak alanları arasındaki ilişki.

Bu amaçla elde edilen yapraklar arasında konulara ilişkin istatistiksel olarak farklılıklarının olduğu ve konuların yaprak alanlarını etkilediği belirlenmiştir. Bu nedenle her bir konuya ilişkin yaprak parametreleri kendi içerisinde ayrı ayrı incelenmiş ve denklemleri çıkarılmıştır. Buna göre S0 konusu için $YA = -22.066 + 2.782 * x + 5.221 * y$, S15 konusu için $YA = -22.138 + 2.318 * x + 6.091 * y$, S30 konusu için $YA = -25.062 + 2.057 * x + 6.968 * y$ ve S40 konusu için $YA = -13.151 + 1.474 * x + 5.156 * y$ denklemi $mx + ny + z$ formundaki en basitleştirilmiş hale çoklu regresyon kullanılarak getirilmiştir.

Araştırma sonucunda sulama sularının sodyumluluk durumuna göre seçilecek denklemin başarılı bir şekilde fasulye yaprak alanını belirlemede kullanılacağı belirlenmiştir. Kullanıcıların hangi sodyum düzeyindeki sulama suları ile sulama yapıyorlarsa ilgili denklemi kullanmaları önerilmiştir.

Kaynaklar

- Antunes WC, Pompelli MF, Carretero DM, Da Matta FM. 2008. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* ve *Coffea canephora*). *Ann Appl Biol*, 153: 33-40.
- Carmassi GL, Incrocci G, Incrocci Pardossi A. 2007. Non-destructive estimation of leaf area in *Solanum lycopersicum* L. ve gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus). *Agr. Med*, 137: 172-176.
- Cittadini ED, Peri L. 2006. Estimation of leaf area in sweet cherry using a non-destructive method. *RIA (INTA)*, 35: 143-150.
- Corcoles JI, Domínguez A, Moreno MA, Ortega JF, Juan JA. 2015. A non-destructive method for estimating onion leaf area. *Irish J Agric Food Res*, 54 (1): 17-30.
- Cristofori VC, Fallovo, Mendoza-de Gyves E, Rivera CM, Bignami Roupheal CY. 2008. Non-destructive analogue model for leaf area estimation in persimmon (*Diospyros kaki* L.) based on leaf length ve width measurement. *Europ J Horti Sci*, 73 (5): 216-221.
- Çulha Ş, Çakırlar H. 2011. Tuzluluğun Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tuz Tolerans Mekanizmaları. *AKU J Sci*, 021002; 11-34.

- Demirsoy H. 2009. Leaf area estimation in some species of fruit tree by using models as a non-destructive method. *Fruits*, 64: 45-51.
- Demirsoy H, Demirsoy L. 2005. Ozturk A, Improved model for the non-destructive estimation of strawberry leaf area. *Fruits*, 60 (1): 69-73.
- Dheebakaran G, Jagannathan R. 2009. Estimation of total leaf area by non-destructive methods in horse-eye bean (*Mucuna pruriens*). *Madras Agric J*, 96 (1-6): 113-115.
- Erdoğan C. 2012. A Leaf Area Estimation Model for Faba Bean (*Vicia faba L.*) Grown in the Mediterranean Type of Climate. *Süleyman Demirel Üniv Ziraat Fak Derg*, 7 (1): 58-63.
- Gamiely S, Randle WM, Mills HA, Smittle DA. 1991. A rapid ve non-destructive method for estimating leaf area of onions. *Hort Sci*, 26: 206.
- Kanber R, Ünlü M. 2014. Tarımda Su ve Toprak Tuzluluğu. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:281, Kitap Yayın No: A-87, Adana.
- Kintomo AA, Ojo OD. 2000. Non-destructive leaf area estimation in grain amaranth (*Amaranthus cruentus L.*). *Res Crops*, 1 (3): 267-270.
- Kumar R. 2009. Calibration ve validation of regression model for non-destructive leaf area estimation of saffron (*Crocus sativus L.*). *Sci Hort*, 122 (1): 142-145
- Küçükönder H, Boyacı S, Akyüz A. 2016. A modeling study with an artificial neural network: developing estimation models for the tomato plant leaf area. *Türk J Agri Forest*, (2016) 40: 203-212.
- Lu HY, Lu CT, Wei ML, Chan FL. 2004. Comparison of different models for non-destructive leaf area estimation in Taro. *Agron J*, 96: 448-453.
- Mazzini RB, Ribeiro RV, Pio RM. 2010. A simple ve non-destructive model for individual leaf area estimation in citrus. *Fruit*, 55 (5): 269-275.
- Mendoza-de Gyves, Roupshael EY, Cristofori V, Mira FR. 2007. A non-destructive, simple ve accurate model for estimating the individual leaf area of kiwi (*Actinidia deliciosa*). *Fruits*, 62: 171-176.
- Müjdeci M, Sariyev A, Polat V. 2005. Buğdayın (*Triticum aestivum L.*) gelişme dönemleri ve yaprak alan indeksinin matematiksel modellenmesi. *Tarım Bilim Derg*, 11(3): 278-282.
- NeSmith DS. 1991. Non-destructive leaf area estimation of rabbit-eye blueberries. *Hort Sci*, 26: 132.
- NeSmith DS. 1992. Estimating summer squash leaf area non-destructively. *Hort Sci*, 27 (1): 77.
- Odabas MS, Celik H, Islam A. 2009. Non-destructive leaf area prediction model for "Kiraz" cherry laurel (*Laurocerasus officinalis Roem.*). *Europ J Plant Sci Biotech*, 3(1): 97-99.
- Odabas MS, Kevseroglu K, Cirak C, Saglam B. 2005. Non-destructive estimation of leaf area in some medicinal plants. *Türk J Field Crops*, 10: 29-36.
- Olfati JA, Peyvast G, Shabani H, Nosratie-Rad Z. 2010. An estimation of individual leaf area in cabbage ve broccoli using non-destructive methods. *J Agr Sci Tech*, 12: 627-632.
- Öner F, Gülümser A, Sezer İ, Odabaş MS, Akay H, Açıkgöz MA. 2012. Mısır (*Zea mays L.*) Yaprak Alanının Matematiksel Model ile Tahmin Edilmesi. *Tarım Bilim Araş Derg*, (1): 128-130.
- Peksen E. 2007. Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (*Vicia faba L.*). *Sci Hort*, 113: 322-328.
- Potdar MV, Pawar KR, 1991. Non-destructive leaf area estimation in banana. *Sci Hort*, 45: 251-254.
- Ramesh K, Ramawat N, Singh V. 2007. Leaf area distribution pattern ve non-destructive estimation methods of leaf area for *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. *Asian J Plant Sci*, 6 (7): 1037-1043.
- Roupshael Y, Cardarelli M, Marucci A, Colla G. 2010a. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in grafted ve ungrafted watermelon (*Citrullus lanatus Thunb.*). *J Food Agric Environ*, 8(1): 161-165.
- Serdar U, Demirsoy H. 2006. Non-destructive leaf area estimation in chestnut. *Sci Hort*, 108 (2): 227-30.
- Seymen B, Önder M. 2016. Kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) genotiplerinde tuzluluğun fide gelişimi üzerine etkisi. *Selçuk Tarım Bilim Derg*, 2(2): 109-115.
- Souza MC, Habermann G. 2014. Non-destructive equations to estimate the leaf area of *Styrax pohlii* ve *Styrax ferrugineus*. *Braz J Biol*, 74 (1): 222-25.
- Sönmez İ, Kaplan M. 2004. Demre yöresi seralarında toprak ve sulama sularının tuz içeriğinin belirlenmesi. *Medit Agri Sci*, 17(2): 155-160.
- Sözen Ö, Karadavut U. 2016. Kuru Fasulyede Farklı Yaprak Alanı Tahminlerinin Karşılaştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilim Derg*, 3(3): 192-196.
- Stewart DW, Dwyer LM. 1993. Mathematical characterization of maize canopies. *Agri Forest Meteorol*, 66: 247-265.
- Stoppani MI, Wolf R, Francescangeli N, Marti HR. 2003. A non-destructive ve rapid method for estimating leaf area of broccoli. *Adv Hort Sci*, 17 (3): 173-75.
- Swart De EAM, Groenwold R, Kanne HJ, Stam P, Marcelis LFM, Voorrips RE. 2004. Non-destructive estimation of leaf area for different plant ages ve accessions of *Capsicum annum L.* *J Hort Sci Biotech*, 79 (5): 764-770.
- Uzun S, Çelik H. 1999. Leaf area prediction models (Uzçelik-I) for different horticultural plants. *Türk J Agri ve Forest*, 23(6): 645-650.
- Williams L, Martinson TE. 2003. Non-destructive leaf area estimation of Niagara abd De Chaunac grapevines. *Sci Hort*, 98: 493-498.
- Yılmaz E, Tuna AL, Bürün B. 2011. Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilim Derg*, 7 (1): 47-66.
- Zenginbal H, Ozcan M, Uzun S, Cirak C. 2006. Non-destructive estimation of leaf area in tea (*Camelia sinensis*). *Res J Bat*, 1 (1): 46-51.