

Bölüm 10

PAMUKTA SULAMA BİTKİ ANATOMİSİ İLİŞKİSİ

Meltem TUYLU¹

Gökhan İsmail TUYLU²

GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği yapılan pamuk ekonomik önemi olan bitkilerdendir. Hindistan, Amerika Birleşik Devletleri ve Çin en yaygın pamuk yetiştiriciliği yapan ülkelerdir. Türkiye’de pamuk tarımının tamamına yakını Ege Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Çukurova ve Antalya yörelerinde yapılmaktadır (1). Türkiye’de 2015 yılı ekilen alan miktarı 4340159 dekar olup pamuk kütlü verimi 472 kg dekar⁻¹, lif verimi ise 170 kg dekar⁻¹’dir (2).

Şanlıurfa’da, kurak koşullarda yetiştiriciliği yapılan pamuk bitkisi, farklı sulama yöntemleri kullanılarak sulanmaktadır. Karık sulama sistemleri yaygın olarak kullanılan sistemlerdendir. Suyun sınırlı ve değerli olduğu koşullar dikkate alındığında pamuk sulamasında basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımı ön plana çıkmıştır. Son yıllarda sulama teknolojisinin gelişimine bağlı olarak, bu yöntemlerin kullanımı daha da yaygınlaşmıştır. Malzeme biliminde yaşanan gelişmeler farklı basınçlı sistemlerin kullanılabilme olanaklarını arttırmıştır. Damla sulama sistemleri bu anlamda yaygın olarak kullanılan sistemlerden birisidir. Yüzey altı damla sulama sistemleri ise damla sulama sistemlerinin bir modifikasyonu olup sulama lateralleri toprak altına gömülmüştür. Bu özellikleri nedeniyle buharlaşma kayıplarını minimize eden ve su tasarrufu sağlayan sistemlerdir. Günümüzde, büyük alanların sulanmasında ise yatırım maliyetleri dikkate alındığında damla sulama ve yüzey altı damla sulama sistemlerinin kullanımı yerine mekanize sulama sistemleri tercih edilebilmektedir.

Sulama alanında yapılan bilimsel çalışmaların önemli bir kısmı, bitkilerde verim ve verim-kalite parametrelerinin araştırılması üzerinedir. Farklı sulama suyu miktarlarının bitki kök, gövde ve yaprak üzerine morfolojik, fizyolojik

¹ Dr., Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, meltemtuylu@hotmail.com

² Doç. Dr., Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, gokhantuylu@harran.edu.tr

veya anatomik yönden etkilerinin incelendiği bu çalışmalarda en uygun bitki sulama ilişkisi belirlenmektedir. Bitki yapraklarında kuru ağırlık, yaş ağırlık, yaprak su indeksi, yaprak alan indeksi, klorofil indeksi, ksilem çapı, stoma sayısı gibi özellikler araştırılan parametrelerden bazılarıdır (3;4; 5; 6;7).

Bitkiler, maruz kaldıkları biyotik veya abiyotik çevresel etkiler karşısında birtakım stres cevapları geliştirirler (8). Bu cevaplar; morfolojik, anatomik, fizyolojik, vb. olabilir. Sulama uygulamaları, bitki yetiştiriciliğinde bitkileri doğrudan etkileyen çevresel bir faktördür. Çalışmada; farklı sulama uygulamaları altında yetiştirilen pamuk çeşidine ait bazı dokuların biyometrik ölçümler yoluyla anatomik özelliklerinin saptanması ve bu dokuların nasıl değişimler gösterdiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma, 2015 yılı sulama sezonu döneminde, Şanlıurfa'da yürütülmüştür. Bölgede ekimi sıklıkla yapılan pamuk bitkisine ait Stoneville 468 çeşidi, Harran Ovası'nı temsil eden Harran Üniversitesi'nin deneme alanında, yüzey altı damla sulama sistemi kullanılarak yetiştirilmiştir. Anatomik çalışmalar ise Ankara Üniversitesi Biyoloji Bölümü'ne ait laboratuvarlarda yapılmıştır. Deneme alanının rakımı 465 olup coğrafik konumu 37°08' kuzey enlemi ile 38°46' doğu boylamındadır (9). Şanlıurfa, yarı kurak veya kurak bir bölgedir. Çalışmanın yürütüldüğü 2015 yılına ve 1985-2015 uzun yıllara ait bazı ortalama aylık iklim değerleri Tablo 1' de verilmiştir:

Çalışma alanında, sulanan parseller, her bir sulama uygulaması üç tekrarlı olacak şekilde, tesadüf blokları deneme desenine göre düzenlenmiştir. Her parsel 10.5 m² büyüklüğünde olup, pamuk tohumları 16x70 cm sıra üzeri ve arası olarak 5 sıralı dikilmiştir. İki sıra kenar tesir etkisi olarak ayrılmıştır. Deneme alanındaki toprak; ağır bünyeli olup kum, silt ve kil içermektedir (Tablo 2). Sulama suyu yüzey altı damla sulama sistemleri ile uygulanmış olup lateral derinliği 1 metredir. Derinlik, killi topraklardaki bitki kök boyu dikkate alınarak belirlenmiştir. Sulama suyunun derine sızmasının önlenmesi amacıyla zemin sıkıştırılmış ve polietilen malzeme ile kaplanmıştır. Sulama aralığı, çiftçi uygulamaları dikkate alınarak belirlenmiştir. Bölgede pamuk sulamasında, karık sulama yöntemi kullanılmakta olup çimlenme çıkış sonrası ilk sulama 30-40 gün sonra yapılmaktadır. İkinci ve takip eden sulamalar 12-15 gün olarak değişmektedir. Çalışmada bitki ekimleri, 1 Mayıs'ta yapılmış olup toprak nem içeriği tarla kapasitesindedir. Birinci sulama çimlenme çıkış sonrası (35 gün), ikinci ve takip

eden diğer sulamalar ise 8-12 gün aralıklı olarak uygulanmıştır. Sulama suyu, C₃S₁ sınıfı olup yeraltı su kaynağıdır. Suyun elektriksel iletkenliği alt düzeyde olduğu için yıkama yapılmamıştır (Tablo 3).

Tablo 1. Araştırma alanındaki 2015 yılı ve 1985-2015 uzun yıllar (LY) bazı ortalama aylık iklim değerleri (10).

İklim parametreleri		En yüksek sıcaklık	En düşük sıcaklık	Nisbi Nem (%)	Rüzgâr hızı (2ms ⁻¹)	Güneşlenme süresi (saat ve ondalık)	Yağış (mm)
Aylar	Yıl	(°C)	(°C)				
Mayıs	2015	30.1	23.2	32.4	1.7	10.1	10.5
	LY	29.2	16.2	46.4	1.7	9.3	27.9
Haziran	2015	34.6	20.6	35.1	1.8	12.3	0.6
	LY	35.2	21.5	35.3	2.2	11.6	3.0
Temmuz	2015	39.9	26.1	25.4	1.6	12.4	0.0
	LY	39.2	25.2	32.8	2.2	11.6	0.0
Ağustos	2015	38.3	24.6	36.4	1.6	11.2	0.0
	LY	38.8	24.8	36.7	1.9	11.0	0.0
Eylül	2015	36.4	23.6	30.3	1.8	9.0	0.0
	LY	34.0	20.5	40.1	1.7	9.2	0.3
Ekim	2015	27.7	17.1	50.4	1.0	6.1	58.5
	LY	26.9	15.3	49.7	1.2	7.4	37.2
Kasım	2015	20.2	9.7	47.9	1.1	6.3	7.8
	LY	18.5	8.6	61.5	1.2	5.4	27.0

Tablo 2. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri

Derinlik (cm)	EC _e (dSm ⁻¹)	TK (gg ⁻¹)	SN (gg ⁻¹)	As (gcm ⁻³)	Nisbi nem (mm)	Kil (%)	Silt (%)	Kum (%)	Bünye Sınıfı
0-30	1.04	32.5	22.1	1.15	35.9	56.6	20.0	23.4	C
30-60	1.07	31.4	21.2	1.40	42.8	54.6	17.0	24.4	C
60-90	1.08	29.6	22.1	1.16	26.2	62.6	17.0	21.4	C
90-120	1.55	28.7	22.1	1.20	23.1	54.6	19.0	24.4	C

EC_e: Elektriksel İletkenlik, TK: Tarla Kapasitesi, SN: Solma Noktası, As: Hacim Ağırlığı

Tablo 3. Sulama suyunun bazı kimyasal özellikleri

Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{mhos/cm}$)	Kasyonlar (me L^{-1})			Anyonlar (me L^{-1})			pH değeri	Sulama suyu sınıfı
	$\text{Ca}^{++}\text{Mg}^{++}$	K^+	Na^+	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^-		
1080	1.98	0.02	0.25	0.90	0.60	0.75	7.0	C_3S_1

Çalışmada, bitki su ihtiyacı Class A Pan yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemle elde edilen buharlaşma miktarı ile %100 sulama suyu miktarı hesaplanmıştır. Tam sulama yapılan bu konu I_1 konusu olarak isimlendirilmiştir. Diğer konular; I_1 konusunda uygulanan sulama suyu miktarının sırasıyla %25, 50 ve 75 azaltılmasıyla elde edilen miktarlarda sulama suyu uygulanan I_2 , I_3 ve I_4 konuları olarak adlandırılmıştır. Sulama konularına uygulanan sulama suyu miktarları sırasıyla; 989.2 mm, 741.9 mm, 494.6 mm ve 247.3 mm'dir.

Çalışmada parsellere, %18 N içeren NH_4 ve %46 P içeren P_2O_5 bileşenli taban gübresi her sulama konusu için eşit olarak uygulanmış, hastalıkla mücadele ihtiyacı duyulmamıştır. Yabancı ot ile mücadele ise el ile yapılmıştır.

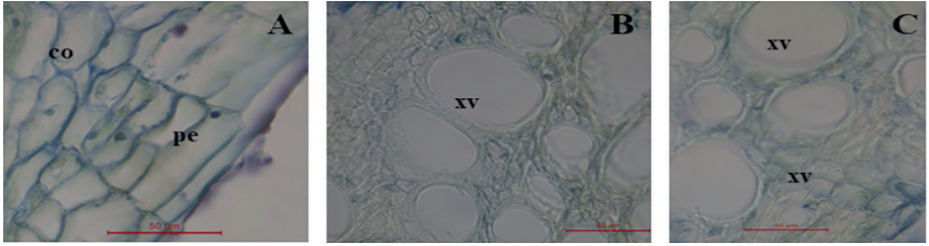
Anatomik çalışmalar için, vejetatif ve generatif büyümesini tamamlamış bitki numunelerine ait kök, gövde ve yapraklar % 70' lik etil alkol çözeltisi ile korumaya alınmıştır. Parafin metoduna göre preperasyon işlemi yapılan kök ve yapraklardan 8-10 μm , gövdelerden ise 20-30 μm kalınlığında enine kesitler Leica SM 2000 R marka mikrotom ile alınmıştır. Enine kesitler, toluidine blue ile boyanmış, Leica 1000 marka ışık mikroskopunda incelenmiş ve bulguların fotoğrafları aynı mikroskoba takılı Leica EC3 marka dijital kamera ile çekilmiştir (11;12;13). Fotoğraflar tamamen orjinaldir. Kök, gövde ve yapraklara ait bazı dokularda Las v4.3 programı kullanılarak biyometrik ölçümler yapılmıştır. Biyometrik ölçümlerin aritmetik ortalamaları, ortalama standart hataları ve istatistik değerlendirmeleri (p önem düzeyleri), grafikleri Microsoft Excel bilgisayar yazılımı kullanılarak elde edilmiş ve bulgular anatomik olarak açıklanmıştır (6; 7).

BULGULAR

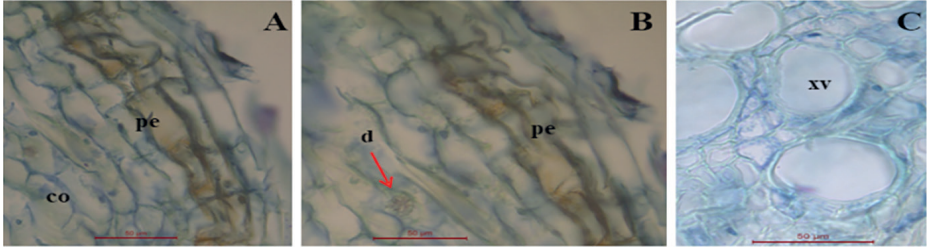
Çalışmada; farklı seviyelerde kullanılan sulama suyu uygulamaları ile yetişen pamuk çeşidine ait kök, gövde ve yaprakların genel olarak anatomik özellikleri 14'te belirtildiği gibi gözlenmiştir. Ekolojik koşul değişikliğine bağlı olarak gös-terdikleri ortak özellikler ve değişimler aşağıda sunulmuştur:

KÖKLER

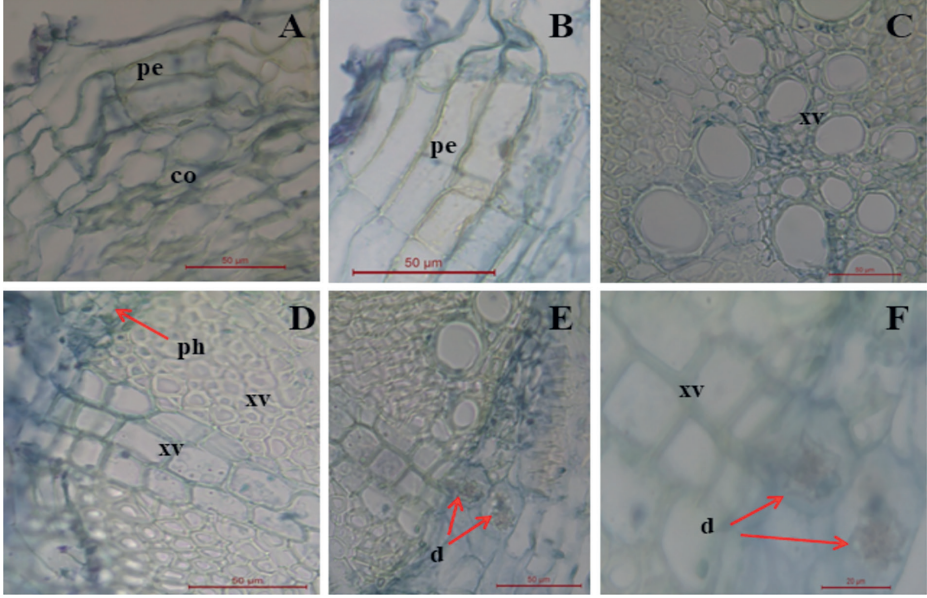
Kökün, I_4 konusunda iletim elemanları bakımından sekonder yapıya geçemediği, diğer koşullarda sekonder yapıya geçtiği gözlenmiştir. I_1 , I_2 , and I_3 'te 2-3 sıralı sekonder ksilem ile sekonder floemler oluşmuştur. 4- 5 sıralı periderm, özde ve periderme doğru çok sayıda irili ufaklı ksilem elemanları bütün konularda ortaktır. I_1 , I_2 , and I_3 'te peridermin hemen altında ve iletim elemanlarına yakın parankimatik hücrelerde druz kristallerine rastlanmıştır (Şekil 1 4).



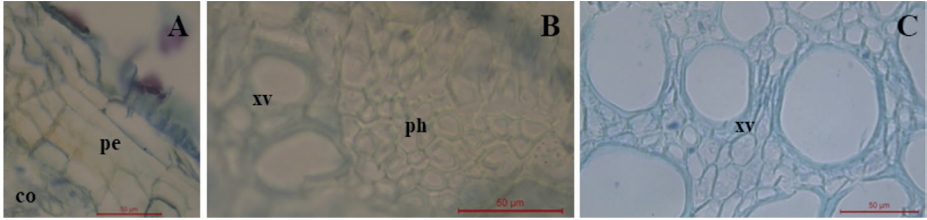
Şekil 1. I_1 ' de yetişen kökün anatomisi (enine kesit). A: periderm (pe), Korteks (co), bar= 50µm, B: ksilem (xv), bar= 50 µm, C: ksilem (xv), bar= 50µm.



Şekil 2. I_2 ' de yetişen kökün anatomisi (enine kesit). A: periderm (pe), korteks (co), bar= 50µm, B: periderm (pe), druz kristali (d), bar= 50 µm, C: ksilem (xv), bar= 50µm.



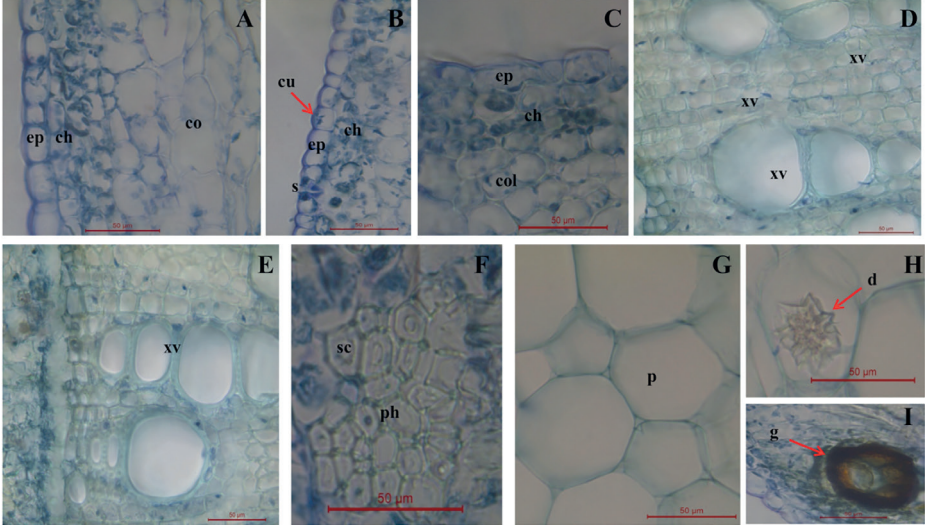
Şekil 3. I_3 ' de yetişen kökün anatomisi (enine kesit). A: periderm (pe), korteks (co), bar= 50µm, B: periderm (pe), bar= 50 µm, C: ksilem (xv), bar= 50µm, D: floem (ph), ksilem (xv), bar= 50µm, E: druz kristali (d), bar= 50µm, F: ksilem (xv), druz kristali(d), bar= 20µm.



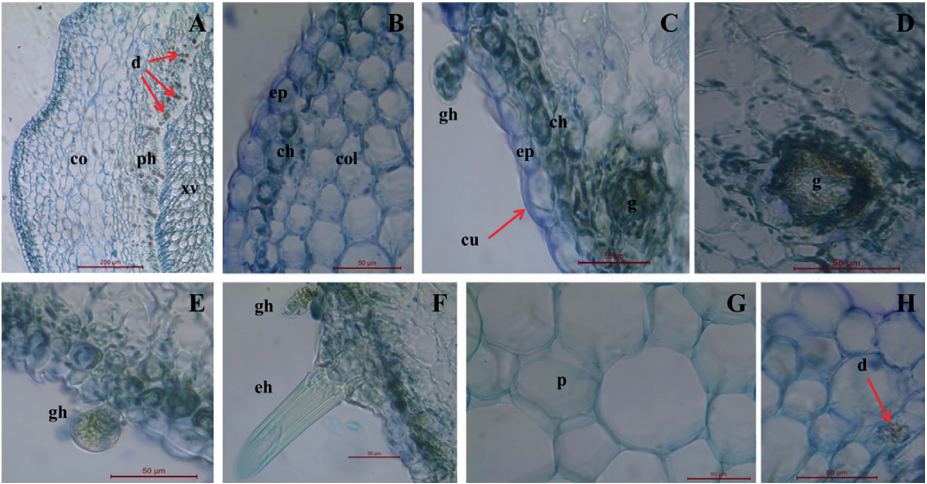
Şekil 4. I_4 ' de yetişen kökün anatomisi (enine kesit). A: periderm (pe), korteks (co), bar= 50µm, B: floem (ph), ksilem (xv), bar= 50 µm, C: ksilem (xv), bar= 50µm.

GÖVDELER

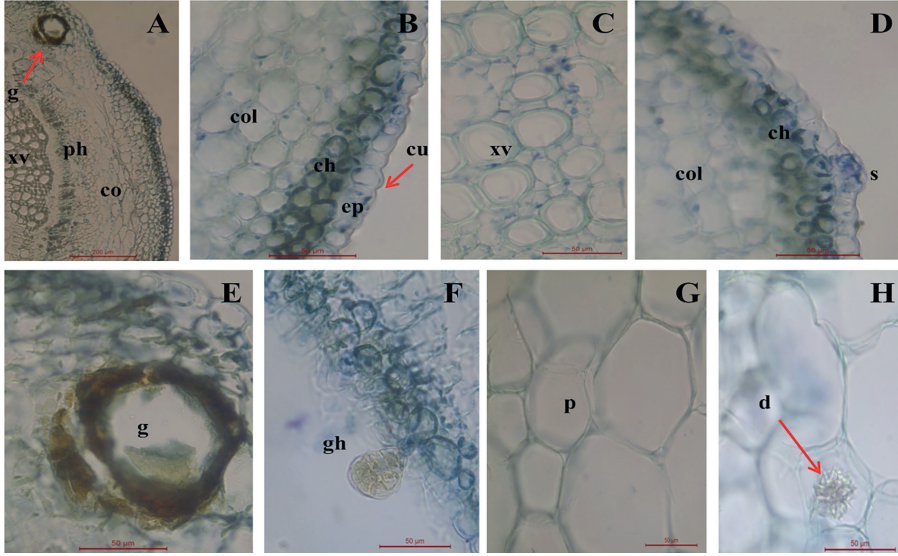
Gövde, uygulamaların tamamında sekonder yapıya geçmiştir ancak I_4 konusunda gövde, diğerlerine göre daha ilkel durumdadır. Konuların tamamında irili ufaklı druz kristalleri ve gossypol salgı kanalları, örtü ve salgı tüyleri gözlenmiştir (Şekil 5-8).



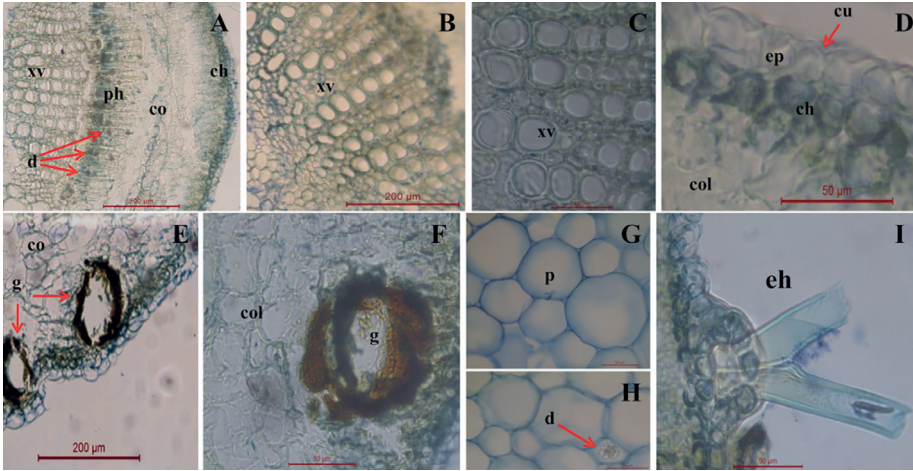
Şekil 5. I₁' de yetişen gövdenin anatomisi (enine kesit). A: epidermis (ep), klorenkima (ch), korteks (co), bar= 50µm, B: kutikula (cu), epidermis (ep), stoma (s), klorenkima (ch), bar= 50µm, C: epidermis (ep), klorenkima (ch), kollenkima (col), bar= 50µm, D and E: ksilem (xv), bar= 50µm, F: sklerankima (sc), floem (ph), bar= 50µm, G: öz (p), bar= 50µm, H: druz kristali (d), bar= 50µm, I: gossypol salgı kanalı (g), bar= 50µm.



Şekil 6. I₂' de yetişen gövdenin anatomisi (enine kesit). A: korteks (co), floem (ph), ksilem (xv), druz kristali (d), bar= 200µm, B: epidermis (ep), klorenkima (ch), kollenkima (col), bar= 50µm, C: kutikula (cu), epidermis (ep), klorenkima (ch), gossypol salgı kanalı (g), salgı tüyü (gh), bar= 50µm, D: gossypol salgı kanalı (g), bar= 50µm, E: salgı tüyü (gh), bar= 50µm, F: salgı tüyü (gh), örtü tüyü (eh), bar= 50µm, G: öz (p), bar= 50µm, H: druz kristali (d), bar= 50µm.



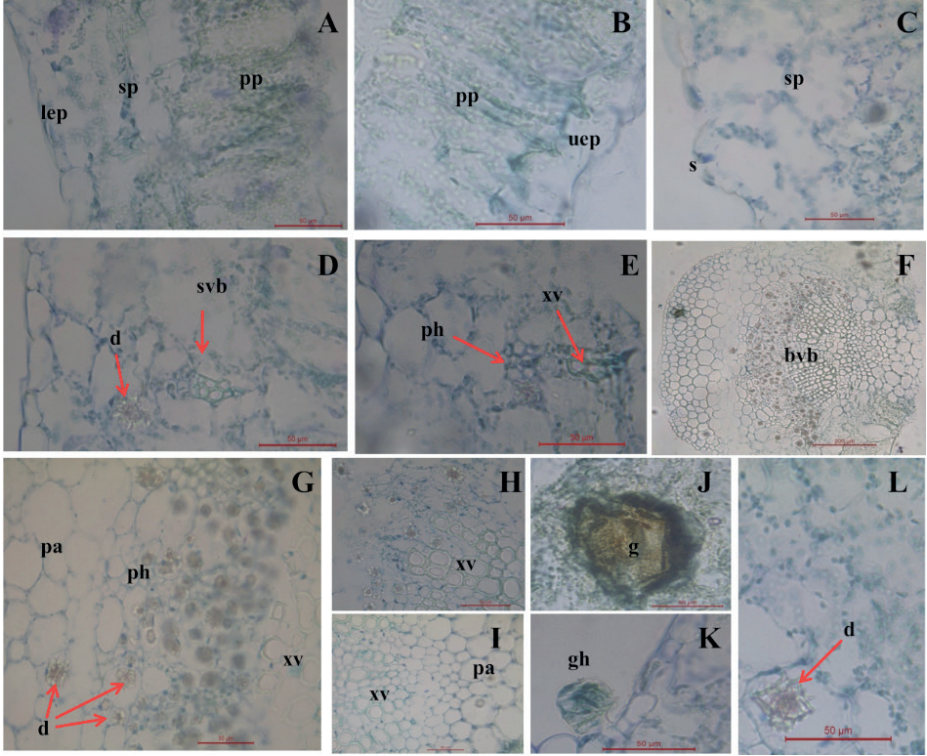
Şekil 7. I₃' de yetişen gövdenin anatomisi (enine kesit). A: korteks (co), floem (ph), ksilem (xv), gossypol salgı kanalı (g), bar= 200µm, B: kutikula (cu), epidermis (ep), klorenkima (ch), kollenkima (col), bar= 50µm, C: ksilem (xv), bar= 50µm, D: stoma (s), klorenkima (ch), kollenkima (col), bar= 50µm, E: gossypol salgı kanalı (g), bar= 50µm, F: salgı tüyü (gh), bar= 50µm, G: öz (p), bar= 50µm, H: druz kristali (d), bar= 50µm.



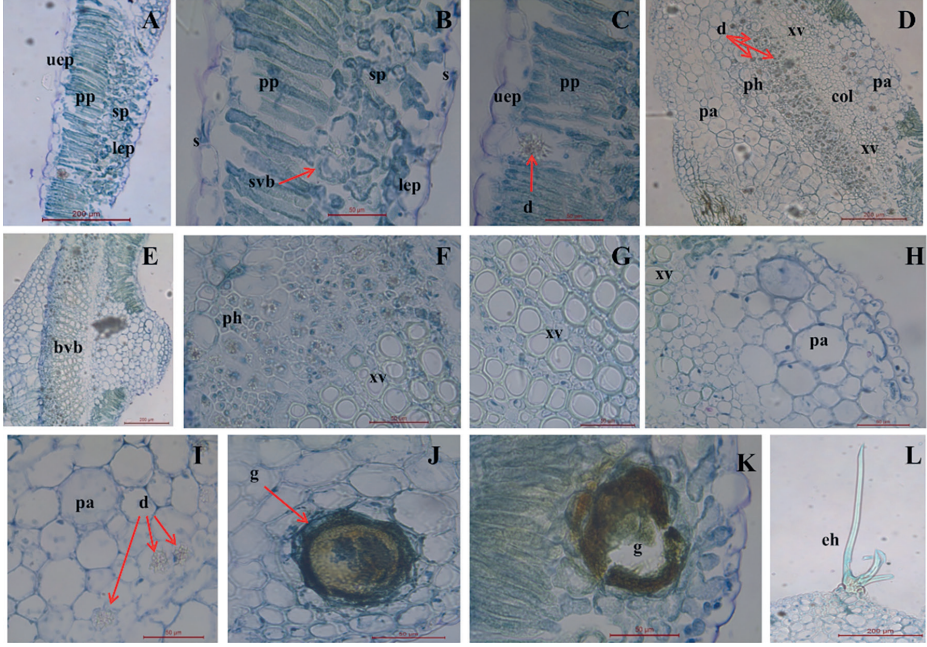
Şekil 8. I₄' de yetişen gövdenin anatomisi (enine kesit). A: klorenkima (ch), korteks (co), floem (ph), ksilem (xv), druz kristali (d), bar= 200µm, B: ksilem (xv), bar= 200µm, C: ksilem (xv), bar= 50µm, D: kutikula (cu), epidermis (ep), klorenkima (ch), kollenkima (col), bar= 50µm, E: gossypol salgı kanalı (g), korteks (co), bar= 200µm, F: gossypol salgı kanalı (g), kollenkima (col), bar= 50µm, G: öz (p), bar= 50µm, H: druz kristali (d), bar= 50µm, I: örtü tüyü (eh), bar= 50µm.

YAPRAKLAR

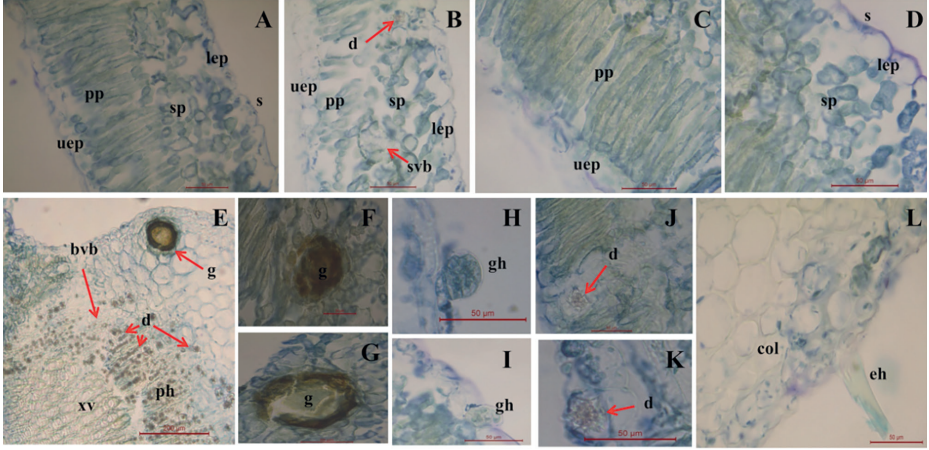
Yaprakta I_4 konusunda, sünger parankiması 4-5 sıralı, diğer konularda 2-3 sıralıdır. Konuların tamamında irili ufaklı druz kristalleri, gossypol salgı kanalları, örtü ve salgı tüyleri gözlenmiştir. Diğer dokular, bifasiyal yaprak yapısına uygun olarak tüm konularda benzerdir (Şekil 9-12).



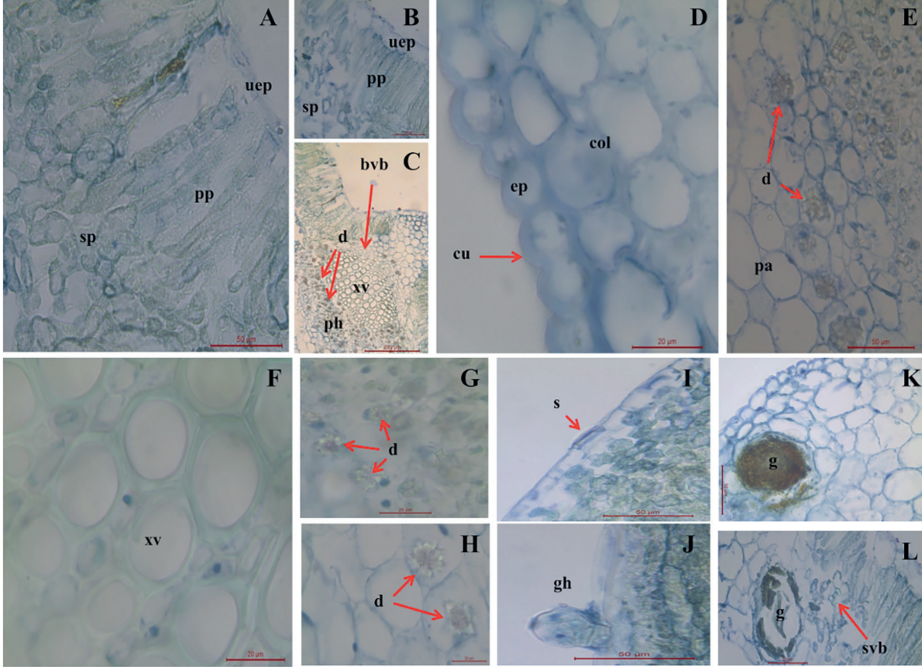
Şekil 9. I_1 ' de yetişen yaprağın anatomisi (enine kesit). A: alt epidermis (lep), sünger parankiması (sp), palizat parankiması (pp), bar= 50 μ m, B: palizatparankiması (pp), üst epidermis (uep), bar= 50 μ m, C: stoma (s), sünger parankiması (sp), bar= 50 μ m, D: küçük iletim demeti (svb), druz kristali (d), bar= 50 μ m, E: floem (ph), ksilem (xv), bar= 50 μ m, F: büyük iletim demeti (bvb), bar= 200 μ m, G: parankima (pa), floem (ph), ksilem (xv), druz kristali (d), bar= 50 μ m, H: ksilem (xv), bar= 50 μ m, I: ksilem (xv), parankima (pa), bar= 50 μ m, J: gossypol salgı kanalı (g), bar= 50 μ m, K: salgı tüyü (gh), bar= 50 μ m, L: druz kristali (d), bar= 50 μ m.



Şekil 10. I₂' de yetişen yaprağın anatomisi (enine kesit). A: üst epidermis (uep), palizat parankiması (pp), sünger parankiması (sp), alt epidermis (lep), bar= 200µm, B: stoma (s), palizat parankiması (pp), sünger parankiması (sp), küçük iletim demeti (svb), alt epidermis (lep), bar= 50µm, C: üst epidermis (uep), palizat parankiması (pp), druz kristali (d), bar= 50µm, D: parankima (pa), floem (ph), ksilem (xv), druz kristali (d), kollenkima (col), bar= 200µm, E: büyük iletim demeti (bvb), bar= 200µm, F: floem (ph), ksilem (xv), bar= 50µm, G: ksilem (xv), bar= 50µm, H: ksilem (xv), parankima (pa), bar= 50µm, I: parankima (pa), druz kristali (d), bar= 50µm, J ve K: gossypol salgı kanalı (g), bar= 50µm, L: örtü tüyü (eh), bar= 200µm.



Şekil 11. I_3 ' de yetişen yaprağın anatomisi (enine kesit). A: üst epidermis (uep), palizat parankiması (pp), sünger parankiması (sp), alt epidermis (lep), stoma (s), bar= 50 μ m, B: üst epidermis (uep), palizat parankiması (pp), sünger parankiması(sp), druz kristali(d), küçük iletim demeti (svb), alt epidermis (lep), bar= 50 μ m, C: üst epidermis (uep), palizat parankiması (pp), bar= 50 μ m, D: sünger parankiması (sp), alt epidermis (lep), stoma (s), bar= 50 μ m, E: büyük iletim demeti (bvb), ksilem (xv), floem (ph), druz kristali (d), gossypol salgı kanalı (g), bar= 200 μ m, F and G: gossypol salgı kanalı(g), bar= 50 μ m, H and I: salgı tüyü (gh), bar= 50 μ m, J and K: druz kristali (d), bar= 50 μ m, L: örtü tüyü (eh), kollenkima (col), bar= 50 μ m.

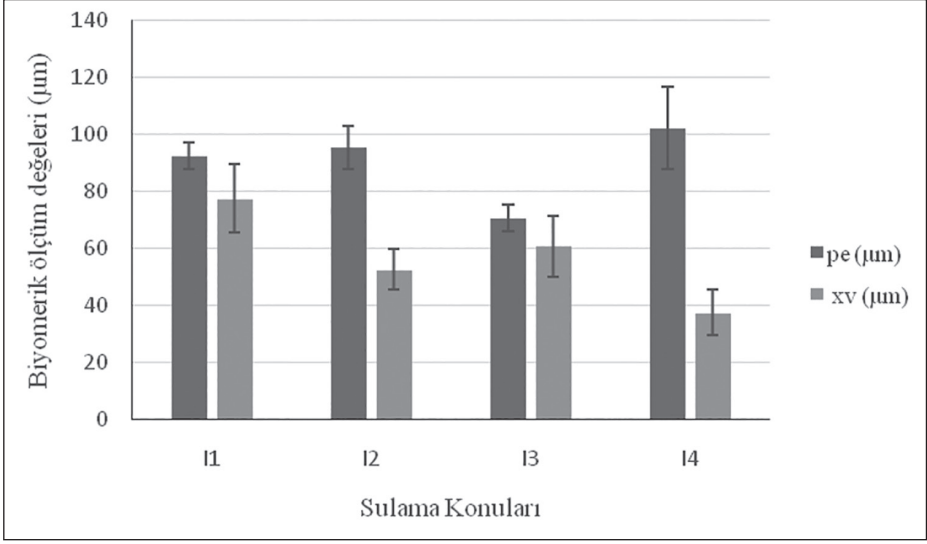


Şekil 12. I_4 ' de yetişen yaprağın anatomisi (enine kesit). A and B: sünger parankiması (sp), palizat parankiması (pp), üst epidermis (uep), bar= 50µm, C: büyük iletim demeti (bvb), floem (ph), ksilem (xv), druz kristali(d), bar= 200µm, D: kutikula (cu), epidermis (ep), kollenkima (col), bar= 20µm, E: parankima (pa), druz kristali (d), bar= 50µm, F: ksilem (xv), bar= 20µm, G and H: druz kristali (d), bar= 20µm, I: stoma (s), bar= 50µm, J: salgı tüyü (gh), bar= 50µm, K: gossypol salgı kanalı (g), bar= 50µm, L: gossypol salgı kanalı (g), küçük iletim demeti (svb), bar= 50µm.

SULAMA ANATOMİ İLİŞKİSİNİN GRAFİKLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kök Analizi

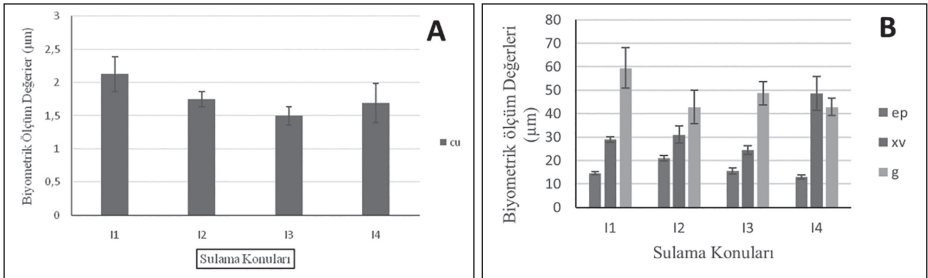
I_1 , I_2 , I_3 ve I_4 konularında, köklere ait periderm ve ksilem dokularında yapılan biyometrik ölçümlere göre (Grafik 1); I_1 , I_2 ve I_4 'te I_3 'e göre periderm kalınlaşmıştır ($p < 0,01$, $p < 0,01$, $p < 0,01$). Ksilem çapı I_2 ve I_4 'te azalmış (sırasıyla; $p > 0,05$, $p < 0,05$), I_1 'de ise ksilem çapı artmıştır ($p > 0,05$).



Grafik 1. Farklı sulama uygulamaları altında yetişen köklerin bazı dokularına ait biyometrik ölçümler (Farklı sulama suyu miktarı periderm ve ksilem ilişkisi) ($p < 0,01$: çok önemli düzeyde; $p < 0,05$: önemli düzeyde; $p > 0,05$: önemsiz düzeyde).

Gövde Analizi

I_1 , I_2 , I_3 ve I_4 konularında biyometrik ölçümlere göre (Grafik 2); gövdelere ait kutikula I_1 , I_2 ve I_4 ' te I_3 ' e göre kalınlaşmıştır (sırasıyla; $p < 0,01$, $p > 0,05$, $p > 0,05$). Epidermis kalınlığı; I_1 ve I_4 ' te azalmış ($p > 0,05$, $p > 0,05$), I_2 ' de artmıştır ($p < 0,01$). Ksilem, I_1 , I_2 ve I_4 ' te I_3 ' e göre genişlemiştir (sırasıyla; $p < 0,05$, $p < 0,05$, $p < 0,01$). Gossypol salgı kanalı çapı I_1 ' de I_3 ' e göre artmış ($p > 0,05$), I_2 ve I_4 ' te ise azalmıştır ($p > 0,05$, $p > 0,05$).



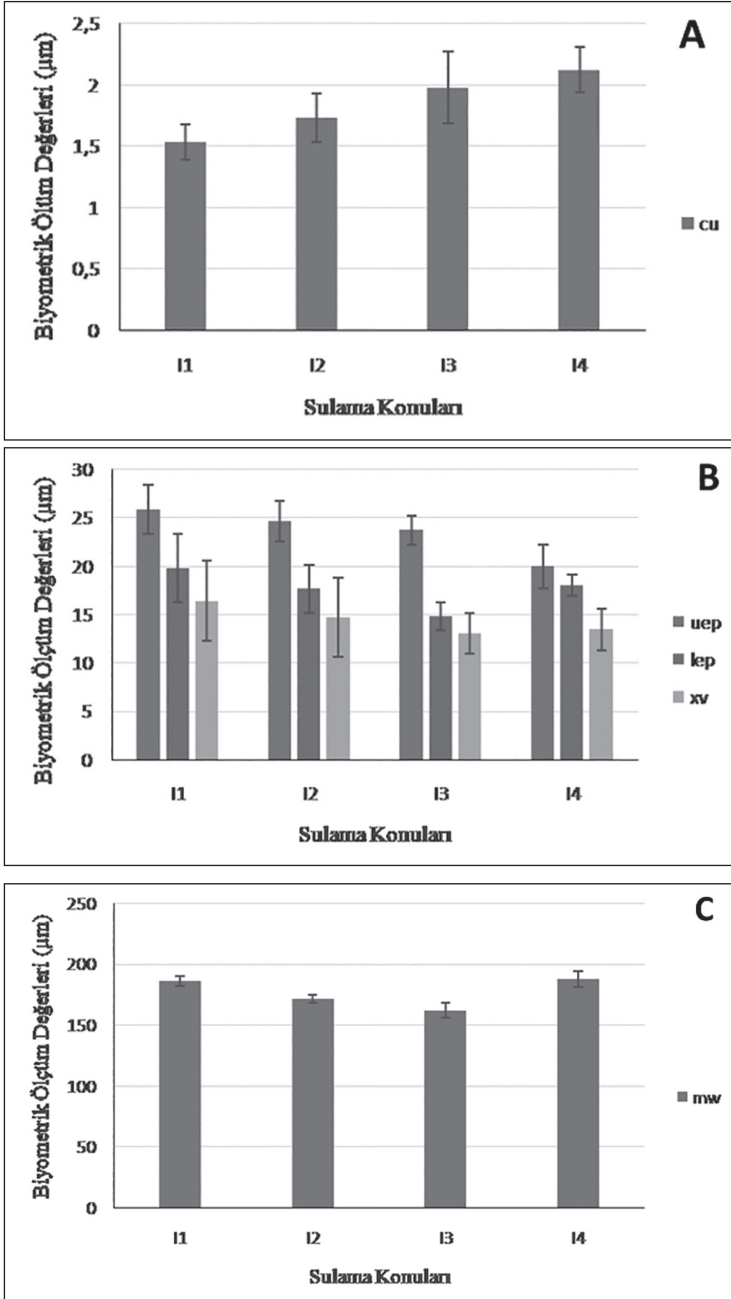
Grafik 2. Farklı sulama uygulamaları altında yetişen gövdelerin bazı dokularına ait biyometrik ölçümler. A: Farklı sulama suyu miktarı kutikula ilişkisi, B: Farklı sulama suyu miktarı epidermis, ksilem ve gossypol salgı kanalı ilişkisi ($p < 0,01$: çok önemli düzeyde; $p < 0,05$: önemli düzeyde; $p > 0,05$: önemsiz düzeyde).

Yaprak Analizi

I_1 , I_2 , I_3 ve I_4 konularında biyometrik ölçümlere göre (Grafik 3); yapraklara ait kutikula kalınlığı I_1 ve I_2 'de I_3 'e göre azalmış ($p>0,05$, $p>0,05$), I_4 'te artmıştır ($p>0,05$). Üst epidermis kalınlığı I_1 ve I_2 'de I_3 'e göre artmış ($p<0,05$, $p<0,05$), I_4 'te azalmıştır ($p>0,05$). Alt epidermis kalınlığı I_1 , I_2 ve I_4 'te I_3 'e göre artmıştır (sırasıyla; $p>0,05$, $p>0,05$, $p<0,05$). Ksilem çapları I_1 , I_2 ve I_4 'te I_3 'e göre artmıştır ($p>0,05$, $p>0,05$, $p>0,05$). Mezofil genişliği I_1 , I_2 ve I_4 'te I_3 'e göre artmıştır ($p<0,01$, $p>0,05$, $p<0,01$).

SONUÇ

Çalışmada; farklı seviyelerde sulama suyu kullanımını koşullarında yetiştirilen pamuk çeşidine ait kök, gövde ve yaprakta bazı dokuların, değişen abiyotik faktöre bağlı olarak etkilendikleri ve anatomik olarak stres tepkisi geliştirdikleri ortaya konmuştur. Bu anatomik stres tepkilerinden bazıları istatistiksel olarak çok önemli ve önemli bazıları ise önemsiz düzeyde bulunmuştur. Bulgulara göre farklı konulardaki kökler, gövdeler ve yapraklar karşılaştırıldığında, I_3 konusundaki incelenen dokuların optimum gelişme gösterdiği, I_1 , I_2 ve I_4 konularındaki dokuların stres tepkileri geliştirdiği ortaya konmuştur. Çalışılan pamuk çeşidi için, I_1 (tam sulama) ve I_2 konuları aşırı sulamaya bağlı su stresi etkisi, I_4 konusu ise kısıtlı sulamaya bağlı kuraklık etkisi oluşturmuştur. Kökte yapılan analizlere göre anatomik olarak; periderm dokusunun bitkinin ihtiyacı olan sulama suyundan fazlası ve azına maruz kaldığında çok önemli düzeyde etkilendiği, ksilemin ise kuraklıkta önemli düzeyde stres tepkisi geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Gövdede, kutikulanın aşırı sulamaya maruz kaldığında çok önemli düzeyde etkilendiği, epidermisin kalınlığının bitkinin ihtiyacı olan su miktarından fazlası uygulandığında çok önemli düzeyde etkilendiği ancak aşırı sulama koşulunda önemsiz düzeyde etkilendiği, ksilemin bitki su ihtiyacının üzerinde etki söz konusu olduğunda önemli düzeyde, azlığında ise çok önemli düzeyde cevap geliştirdiği saptanmıştır. Yaprakta; üst epidermis kalınlığının bitkinin su ihtiyacının üzerinde etkiler altında önemli düzeyde etkilendiği, alt epidermis kalınlığının kurak koşuldan önemli düzeyde etkilendiği, mezofil genişliğinin ise aşırı sulama ve kurak koşuldan çok önemli düzeyde etkilendiği ortaya konmuştur. Çalışılan pamuk çeşidine ait biyometrik ölçüm yapılan dokular, gösterdikleri bu anatomik değişimleri kalınlıklarını veya çaplarını arttırma veya azaltma yönünde gerçekleştirmişlerdir. Anatomik olarak varılan bu sonuçlar, bitkilerin biyotik veya abiyotik etkilere maruz kaldığı ve bunun sonucunda gösterdikleri anatomik veya fizyolojik değişimler ile ilgili yapılan benzer çalışmalarla uyumludur (6;7; 8;11;15;16). İncelenen tüm örnekler değerlendirildiğinde; I_4 konusunda diğer konulara göre, köklerin sekonder yapıya geçememesi bir anatomik anomali olarak tanımlanabilir.



Grafik 3. Farklı sulama uygulamaları altında yetişen yaprakların bazı dokularına ait biyometrik ölçümler. A: Farklı sulama suyu miktarı kutikula ilişkisi, B: Farklı sulama suyu miktarı üst epidermis, alt epidermis ve ksilem ilişkisi, C: Farklı sulamasuyu miktarı mezofil genişliği ilişkisi ($p < 0,01$: çok önemli düzeyde; $p < 0,05$: önemli düzeyde; $p > 0,05$: önemsiz düzeyde.)

Sonuç olarak; farklı sulama suyu miktarı uygulanarak oluşturulan I₁, I₂, I₃ ve I₄ koşullarında yetişen bitkiler anatomik olarak karşılaştırılmış ve bitkinin %50 su kısıtı olan konuda (I₃) optimum gelişme gösterdiği saptanmıştır. Buna göre, Kc= 0,50 olması koşulu bitkinin gelişimi için anatomik olarak uygundur. Bu durumun, pamuk bitkisinin diğer parametreleri (morfolojik, fizyolojik, vb) ile birlikte değerlendirilmesi önerilir. Zira bütün parametreler birlikte dikkate alındığında ihtiyaca uygun en sağlıklı sonuca varılabilir. Küresel iklim değişikliklerinden sıklıkla bahsedildiği günümüz koşullarında ve sonrasında suyu ve dolayısıyla su kaynaklarını optimum kullanma değerli olacaktır. Bu çalışma, bitkinin yetiştirilmesine sulama stratejisi yönünden katkı sağlayacağı gibi, diğer araştırmacılara literatür yönünden de destek olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Anonim. *Pamuk Raporu*. 2018. (22/11/2019 tarihinde <http://koop.gtb.gov.tr/data/5ad06c80dee7dd8b423eb24/2017%20Pamuk%20Raporu.pdf>adresinden ulaşılmıştır).
2. TÜİK. *Teksilde Kullanılan Bitkiler*. 2019. (01/11/2019 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001adresinden ulaşılmıştır).
3. Carus, İ. Şanlıurfa yöresinde çim bitkisi yetiştiriciliğinde toprak altı damla sulama sistemlerinin kullanabilme olanakları. Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa; 2019. 69s.
4. Demirok, A. Harran Ovası'nda mısır (*Zea mays L. indendata*) bitkisi için toprak üstü ve toprak altı damla sulama uygulamalarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa; 2017. 84s.
5. Orhangazi, R. Harran Ovası'nda biber (*Capsicum annuum L.*) bitkisi için toprak üstü ve toprak altı damla sulama uygulamalarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Şanlıurfa; 2017. 86s.
6. Tuylu, G. İ. Effect of ecological conditions created by over- irrigation and limited irrigation on the anatomy of corn. *Applied Ecology and Environmental Research*; 2018a; 16(6): 7619-7634.
7. Tuylu, G.İ., Tuylu, M. Effect Of Plant Anatomy on Determination of Irrigation Strategy under the Ecological Conditions of Soilless Agriculture. *Applied Ecology and Environmental Research*; 2019; 17(6):13089-13104.
8. Korkmaz, H., Durmaz, A. Bitkilerin Abiyotik Stres Faktörlerine Verdiği Cevaplar. *GUFBED*; 2017; 7(2): 192-207.
9. Demirok, A., Tuylu, G. İ. Harran Ovası'nda Mısır Bitkisi (*Zea mays L.*) için Planlanan ve Gerçekleşen Sulama Zamanı Programının Değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*; 2017; 21(1): 84-90.

10. Anonim. *Şanlıurfa iklim değerleri*. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Veri Tabanı, Şanlıurfa, Turkey; 2015. (19.03.2017 tarihinde <https://www.mgm.gov.tr/> adresinden ulaşılmıştır).
11. Tuylu, M. Examination of anatomical features of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) varieties cultivated under hydroponic system. *Applied Ecology and Environmental Research*; 2018b; 16(3): 3381-3391.
12. Tuylu, M., Büyükkartal, H. N., Akgül, G., Kalyoncu, H. *Marrubium lutescens* Boiss. ve *M. cephalanthum* Boiss. & Noë subsp. *akdaghicum* (Lamiaceae)' un Gövde ve Yaprak Özelliklerinin Anatomik Olarak Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*; 2017; 21 (1): 113-117.
13. Tuylu M. Bazı *Marrubium* L. (Lamiaceae) Taksonlarının Yaprak ve Gövde Anatomisi, Histolojisi, Sitolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora tezi, Isparta, Türkiye; 2015; 81s.
14. Metcalfe, C. R., Chalk, L. *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol.I. Clarendon Press, Oxford; 1950. p. 223-234.
15. Sam, O., Jerez, E., Dell'Amico, J., Ruiz Sanchez, M. C. Water stress induced changes in anatomy of tomato leaf epidermis. *Biologia Plantarum*; 2000; 43(2): 275-277.
16. Tuylu, M., Tuylu, G. İ., Söylemez, S., Büyükkartal, H. N. Perlit ve Su Kültürü Ortamlarında Yetiştirilen Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Kurucaova) Bitkisinin Bazı Anatomik Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*; 2018; 22 (2): 1104-1109.

