



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI IŞIK ŞİDDETLERİNDE YETİŞTİRİLEN SOYA (GLYCINE MAX.
L.) BİTKİSİNDE BAZI ENZİM MİKTARININ BELİRLENMESİ**

YAĞMUR SEDETALTUN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**Şanlıurfa
2024**

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI IŞIK ŞİDDETLERİNDE YETİŞTİRİLEN SOYA (GLYCINE MAX.
L.) BİTKİSİNDE BAZI ENZİM MİKTARININ BELİRLENMESİ**

YAĞMUR SEDETALTUN

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Tez Danışmanı: MAHMUT DOĞAN**

**Şanlıurfa
2024**

TEŐEKKÜR

Bu ve bundan önceki tüm çalışmalarımızda, bana her daim inanan ve 6 yıl boyunca laboratuvarlarında bilim icra etmemi sağlayan sevgili danışman hocam **Dr. Öğr. Üyesi Mahmut DOĞAN**'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Lisans eğitimim boyunca bana her zaman destek olan, değerli bilgilerini benimle paylaşan ve bu yolda bana inanan tüm bölüm hocalarıma sonsuz şükranlarımı sunuyorum. Sayın hocam **Prof. Dr. Faruk SÜZERGÖZ**'e, **Prof Dr. Ömer Faruk KAYA**'ya, **Dç. Dr. Hatice AKTAŐ GÜMÜŐHAN**'a, ve bana emeği geçen diğer hocalarıma sonsuz teőekkür ediyorum.

Yüksek lisans tez çalışmamın en iyi hale gelebilmesi için değerli eleştirileri ve katkılarıyla bana destek olan sayın jüri üyeleri **Prof. Dr. Hasan AKAN**'a ve **Prof. Dr. Hamit KAVAK** hocama teőekkür ederim.

Yüksek lisans döneminin tüm zamanlarında yardımlarını esirgemeyen, her zaman sevgi ve anlayışla bana yaklaşan kız kardeşim **Güneş SEDETALTUN**'a , annem **Nilay SEDETALTUN**'a ve babam **Yüksel SEDETALTUN**'a , maddi manevi tüm destekleri için dayım Kimyager **Muzaffer ALAN**'a, kuzenim **Müh. Çağla KARATAŐ**'a, bana her zaman destek olan en yakın arkadaşım **Neőem BOLAT** ve **Sena ASLANKESER**'e, zor zamanlarımda cümleleriyle bana ışık tutan sevgili **Ecz Murat AKGÜL**'e, tüm bu süreçlerde bana sonsuz motivasyon veren sevgili **Prof. Dr. Emin ZÜMRÜTDAL**'a ve eşi **Prof. Dr. Ayőegül ZÜMRÜTDAL**'a, bana her zaman yol gösteren aile büyüğümüz sevgili **Prof. Dr. Kemal ÇELİK** ve eşine, teőekkürlerimi borç bilirim.

Erasmus eğitimimde staj dönemim boyunca Çek Cumhuriyeti'nde bana destek olan sevgili **Prof. Dr. Vaclav KRYPES**'e ve ekibine çok teőekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ii
SİMGELER	iii
KISALTMALAR	iv
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3. GEREÇ VE YÖNTEM	11
3.1. Klorofil Analizi Hesaplanması	11
3.2. Malondialdehid (MDA) Analizi Hesaplanması	11
3.3. Antosiyanin İçeriğinin Hesaplanması	12
3.4. Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi ve Ekstraktların Hazırlanması	12
3.5. CAT Aktivitesinin Hesaplanması	12
3.6. GR Enzim Aktivitesinin Hesaplanması	13
3.7. APX Aktivitesinin Hesaplanması	13
3.8. SOD Aktivitesinin Hesaplanması	13
4. BULGULAR	16
4.1. Klorofil Belirlenmesi	16
4.2. Antosiyanin Belirlenmesi	17
4.3. MDA Belirlenmesi	20
4.4. Enzim Analizleri	21
5. TARTIŞMA	26
6. SONUÇLAR	29
7. ÖNERİLER	31
KAYNAKLAR	32
ÖZGEÇMİŞ	38

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI IŞIK ŞİDDETLERİNDE YETİŞTİRİLEN SOYA (*GLYCINE MAX. L.*) BİTKİSİNDE BAZI ENZİM MİKTARININ BELİRLENMESİ

YAĞMUR SEDETALTUN

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Yıl: 2024, Sayfa : 48

Bu çalışmada bitkiler âleminde zengin içeriğiyle öne çıkan soya (*Glycine max L.*) bitkisi kullanılmıştır. Soya bitkisinin varlığı insanlar tarafından 3-4 bin yıl öncesine kadar bilinmektedir. Protein bakımından oldukça zengin olan soya bitkisinden, süt, yağ, un üretilmekte artan küspesinden bile hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Hem endüstriyel hem de ekonomik değeri olan soya bitkisi 28 gün boyunca, laboratuvar ortamında farklı dalga boylarındaki yedi renk (mor, mavi, mavi yeşil, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı) altında yetiştirilmiştir. 28. günün sonunda hasat edilen örneklerde klorofil, MDA, antosiyanin ve bazı enzim aktivite miktarları ölçülmüştür. Bitkide olumsuz etmenlere karşı belirleyici parametre olarak yer alan klorofil, antosiyanin ve MDA, bitki gelişiminde birbirlerini destekler yönde etkilenmiştir. Bitkide tolerans belirleyici olarak bulunan enzim aktiviteleri de diğer parametreleri destekler miktarda bulunmuştur. Buna göre birim alandan verimli ürünler alabilmek için ışık kalitesi, dayanıklı bitki türleri gibi faktörler bitkinin yetişmesi ve verimli ürün elde edilmesi için önem arz etmektedir. Sonuç olarak kırmızı, turuncu ve sarı renklerin bitki büyüme gelişme ve enzim aktivitelerinde belirleyici tolerans artırıcı etki yaptığı anlaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: soya, ışık, MDA, klorofil, antosiyanin

ABSTRACT

MASTER THESIS

**SOY GROWN IN DIFFERENT LIGHT INTENSITIES (GLYCINE MAX. L.)
DETERMINATION OF THE AMOUNT OF SOME ENZYMES IN THE PLANT**

YAĞMUR SEDETALTUN

**HARRAN UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOLOGY**

Year: 2024, Page : 48

In this study, soy (*Glycine max* L), which stands out in the plant world with its rich content, was used the plant was used. The existence of the soy plant was known to humans until 3-4 thousand years ago. From the soy plant, which is quite rich in protein, milk, fat, flour are produced and even the increased pulp is used as animal feed. We measured and investigated some enzyme amounts and color pigments of soybeans, which have both an industrial and economic place, at different wavelengths. In this study conducted in a laboratory environment, we grew a soy plant in a climate cabinet adjusted to a certain temperature and humidity ratio. As a result, we found that enzyme and pigment activities had significant differences in the rank corresponding to the red and yellow wavelength compared to control plants. We think that this study will be a preliminary prescription for researchers who want to see the differences in enzyme activities at different wavelengths of the soy plant in the future.

KEYWORDS: soybean, MDA, chlorophyll, anthocyanin

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Soya bitkisi tohumları	1
Şekil 1.2.	Işığın Manyetik Spektrumu	2
Şekil 1.3.	Işığın Dalga Boyu	3
Şekil 3.1.	İklim Dolabında Yetiştirilen Soyalar	14
Şekil 3.2.	Laboratuvarda denemeleri kontrol ederken bir çalışma anı	14
Şekil 4.1.	Enzim Analizi İçin Özüt Hazırlanması	21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Farklı ışık ortamında yetiştirilen soya örneklerinde klorofil, MDA ve antosiyanin analiz sonuçları	19
Çizelge 4.2. Farklı ışık ortamında yetiştirilen soya örneklerinde klorofil, MDA ve antosiyanin analiz sonuçları	19
Çizelge 4.3. Farklı ışık ortamında yetiştirilen soya örneklerinde katalaz, glutatyon redüktaz, askorbat peroksidaz ve süperoksid dismutaz analiz sonuçları	24
Çizelge 4.4. Farklı ışık ortamında yetiştirilen soya örneklerinde katalaz, glutatyon redüktaz, askorbat peroksidaz ve süperoksid dismutaz analiz sonuçları	25

SİMGELER

K: potasyum

m: metre

N: Azot

° : derece

KISALTMALAR

APX : Askorbat peroksidaz

CAT : Katalaz

MDA : Malondialdehit

SOD : Superoksid dismutase

1. GİRİŞ

Soya bitkisi, dünyada uzun süredir varlığını sürdürmekte olan hem ekolojik hem ekonomik olarak çok önemli bir bitkidir. Soya (*Glycine max* L.), baklagiller (*Fabaceae*) familyasına mensuptur. Bitki, tüketmek amaçlı fasulye için yetiştirilir. Soya bitkisinin kökü kazık köktür ve toprağın derinliklerine güçlü bir şekilde inen saçak kök sistemi vardır. Kök uzunlukları diğer bitkilere nazaran daha kısadır. Bitki boyu 60-150 cm uzunluk aralığında farklılıklar gösterir. Sapı en az 10 en fazla 25 boğumdan oluşur. Bitkinin yaprakları üç yaprakçığa sahiptir. Yalnızca 1 cm kalınlığına ulaşan baklaları vardır. Tanelerinin rengi yeşil tonlarında, koyu kahverengi siyah veya kahverengi olabilir.



Şekil 1.1. Soya bitkisi tohumları

Soya bitkisi, birçok iklim kuşağına uyumludur. Dünyanın hemen hemen her yerinde yetişebilir. Mahsulünde en iyi verim Mayıs-Eylül ayları arasında hava sıcaklığının 25 °C de seyrettiği iklimlerde görülür. 18 °C ve altında ve 39 °C'nin üstündeki sıcaklıklar soyanın gelişimini olumsuz yönde etkiler. Soya bitkisinin toprak tercihi sınırlı olmamakla birlikte farklı toprak türlerinde hayat bulabilir.

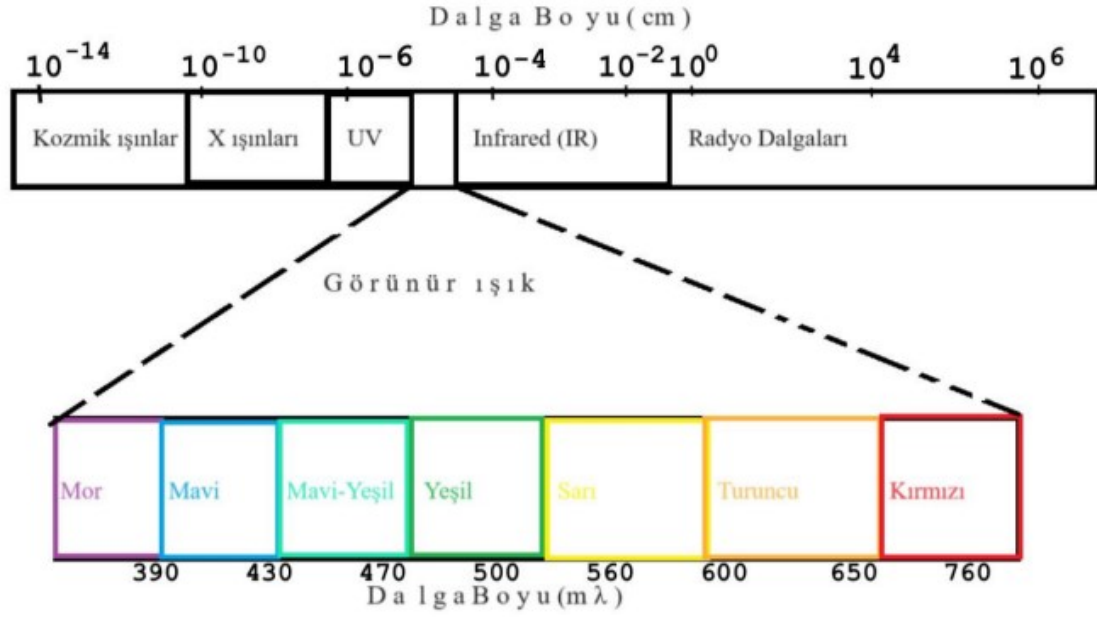
Soya, yağ, protein, karbonhidrat oranında mineral ve çok sayıda vitamin içerir. Soyada bazı yağlar (omega-3, doymamış yağ) B vitamini, çinko, antioksidanlar, demir, fotokimyasallar ve lif bakımından oldukça zengindir. Dünyada

geçerlilik kazanmış birçok sağlık örgütüne göre soya et yerine geçebilecek en iyi bitki olarak görülüyor. Soya içerik bakımından; et, süt, yumurta gibi birçok protein kaynağı ile yarış ediyor.

Soyanın da her bitki gibi kendi ekolojik istekleri vardır. Soya bitkisi sıcak yerlerde çok iyi gelişim gösterir. Kendi tohumuyla çoğaltılır. Su tutma konusunda oldukça iyi bir performans sergileyen soya, killi-kumlu topraklarda yetişmeyi sever. Tuz toleransı oldukça düşük olan soyada toprak tuzluluğu arttıkça demir emilimi azalır bu olay soyanın tuz stresine gösterdiği en açık cevaptır. Bilindiği gibi bitkiler azot elementini topraktan direkt olarak alamaz bu yüzden azotu fikse edebilecek bitki türlerine ihtiyaç duyar bu sebeple soya toprağa organik madde ve azot kazandıran ve toprağın zenginliğini en çok arttıran önemli bir bitki türüdür. Soya ekildikten sonra toprakta çimlenme ve büyüme döneminin en verimli halde geçebilmesi için toprak sıcaklığının optimum 11 °C de olması gerekir. Soyanın birçok içeriğinden faydalanmamızdan yola çıkarak bu bitkinin üretimine, çeşitli streslere gösterdiği fizyolojik cevaplara önem vermeli, gelecekte değişen dünya koşullarına göre bu ekonomik bitkiyi yaşatmanın yolları araştırılmalıdır. Soya bitkisinin üretimine verilen önemle ülkemizdeki birçok ekonomik açığın kapanması öngörülmektedir (Öner, 2006).

Bilindiği gibi fotosentez, ışık enerjisini kullanarak organik bileşiklerin yapılması işlevi olup, foto=ışık ve sentez=bileşim sözcüklerinden oluşur ve ışık yardımıyla yapılan sentez anlamına gelir. Güneş ışığının mor, mavi, mavi-yeşil, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı olmak üzere 7 renkten oluştuğu ilk kez Newton (1667) tarafından açıklanmıştır. Buna ışığın manyetik spektrumu denir. Farklı renkteki bu ışıkların dalga boyları da farklıdır.

Bilindiği gibi fotosentez, ışık enerjisini kullanarak organik bileşiklerin yapılması işlevi olup, foto=ışık ve sentez=bileşim sözcüklerinden oluşur ve ışık yardımıyla yapılan sentez anlamına gelir. Güneş ışığının mor, mavi, mavi-yeşil, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı olmak üzere 7 renkten oluştuğu ilk kez Newton (1667) tarafından açıklanmıştır. Buna ışığın manyetik spektrumu denir. Farklı renkteki bu ışıkların dalga boyları da farklıdır.



Şekil 1.2. Işığın Manyetik Spektrumu

İnsan gözü ile ancak, dalga boyu 390-760 milimikron (m μ) arasında değişen ışınlar görülebildiğinden bu dalga boyları arasındaki ışığa görünür ışık (visible light), bu dalga boylarının dışında kalan ışığa ise görünmez ışık (invisible light) denir. İnsan gözünün görebildiği ışık, güneş ışığının çok küçük bir bölümünü oluşturur. Güneş ışığının büyük bir bölümü ise ya 390 m μ 'dan daha küçük ya da 760 m μ 'dan daha büyük olup görünmez ışık şeklindedir. Görünür ışığın sadece az bir bölümü fotosentez reaksiyonlarında etkilidir. Işığın dalgalar halinde yayıldığı kuramı yanında, ışığın foton adı verilen çok küçük parçacıklardan oluştuğu kuramı da kabul edilmektedir. Hareket halinde bulunan ve enerji yüklü olan bu fotonlar, uygun bir maddeye çarpınca, taşıdıkları enerjiyi çarptıkları elektrona aktarırlar ve böylece fotokimyasal bir tepkimeyi başlatırlar. Bir fotonun taşıdığı ya da oluşturduğu enerji birimine kuantum denir. Bir kuantumun enerjisi, ışığın dalga boyu ile ters orantılı olarak değişir. Dalga boyu kısalıdıkça o dalga boyundaki ışık fotonunun taşıdığı enerji (kuantum enerjisi) artar.

Işığın dalga boyu (m)	Işığın rengi	Kuantum enerjisi (kcal/mol.)
350	Ultraviyole (UV)	80
450	Mavi	60
550	Sarı	
650	Kırmızı	
750		
850	Infrared (IR)	40

Şekil 1.3. Işığın Dalga Boyu

Şekil 1.3' de de görüldüğü gibi kısa dalga boylu olan UV ışık fotonlarının taşıdığı kuantum enerjisi uzun dalga boylu olan IR fotonlarının kuantum enerjisinden daha fazladır. Herhangi bir dalga boyundaki bütün fotonlar ise aynı kuantum enerjisine sahiptir. Işık bir cisme çarptığı zaman ya o cisimden geçer (adi cam), ya cisim tarafından yansıtılır (ayna) ya da cisim tarafından absorbe edilir yani emilir (siyah kumaş). Her üç olay aynı anda da olabilir. Işık bitkiler tarafından absorplandığı zaman artık ışık enerjisi değildir. Ancak enerji olarak kaybolmamış başka bir enerji şekline yani kimyasal enerjiye dönüşmüştür. Bu da fotosentez için kullanılan enerjidir. Antosiyanin, bitkilerde yaygın olarak temsil edilen kırmızıdan maviye flavonoid pigmentlerin ana sınıfında bulunmaktadır. Antosiyaninler suda çözünürdür ve bitki hücrelerinin hücre öz sularında bulunur. Tipik bir antosiyanin pigmenti asitte kırmızı, nötrde mor ve alkali çözeltide mavi renk verir. Bir çiçekte birden fazla antosiyanin bulunabilir ve birçok çiçeğin renklerine dokularda hem antosiyaninlerin hem de plastid pigmentlerin varlığı neden olur. Çiçeklerin ve meyvelerin renklendirilmesi yoluyla tozlayıcıları ve tohum dağıtıcıları çekmede oynadıkları önemli role ek olarak, antosiyaninler tomurcukların ve genç sürgünlerin kırmızı renklendirilmesinden ve sonbahar yapraklarının mor ve mor-kırmızı renklerinden büyük ölçüde sorumludur. Kışın yaklaşmasıyla yeşil klorofil bozduğunda kırmızı renk ortaya çıkar. Yoğun ışık ve düşük sıcaklıklar, antosiyanin pigmentlerinin gelişimini destekler. Bazı yapraklar ve çiçekler olgunluğa ulaştığında antosiyaninleri kaybeder; diğerleri gelişim sırasında pigment içeriği kazanır. Antosiyaninler bol olduğunda yapraklarda genellikle fazla şeker bulunur. (Britannica)

Doğada meydana gelen ve canlılığın ışık ile etkileşim gösteren en belirgin temel olaylarından biri fotosentezdir. Fotosentez ışık enerjisinin biyolojik olarak kimyasal enerjiye dönüşümü olayıdır. Enerji yönünden tüm canlı organizmalar

kesinlikle fotosenteze bağımlıdır. Çünkü gerekli besin maddelerinin ve hatta atmosferdeki oksijenin kökeni fotosentezdir. Canlı hücrelerin büyük bir çoğunluğu, basit bir algden büyük ve karmaşık kara bitkilerine dek fotosentetiktir. İnsan yaşadığı ortamda kendi ihtiyaçlarına göre birçok değişikliği yapma yeteneğine sahip olmasına rağmen, tüm beslenme sorunu için tamamıyla diğer organizmalara bağlıdır. Fotosentez ile organik maddelerin yapılabilmesi için bir miktar ışık enerjisine ihtiyaç vardır. Fakat bitkinin ışık enerjisinden yararlanabilmesi için daha önce de belirtildiği gibi, ışığın bitki tarafından emilmesi gerekir. Bu emilim olayı fotosentetik pigmentler yardımıyla meydana gelir. Foto sentetik pigmentler ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren yapılardır. Ancak bu pigmentler sayesinde ışık, fotosentezdeki görevini yapabilmektedir. Fotosentezde görev alan pigmentler çok çeşitlidir.

Fotosentezde ışık emilimi yapan en önemli pigment klorofil olarak adlandırılan yeşil renge sahip pigmenttir. Klorofil sadece ışığı emmekle kalmaz, metabolik olayların devamlılığı için aynı zamanda tekrar harcamak üzere ürettiği enerjiyi bir hücreden diğer hücreye yollar, fotosentez tepkimelerinde, reaksiyonu hızlandırarak biyolojik katalizör görevi görür. Birbirinden çok farklı 8 klorofil çeşidi olduğu bilim insanları tarafından bilinmektedir. (Allen, 1966). Bunlardan klorofil a ve b en fazla bilinen çeşitleridir. Enzimler biyolojik sistemlerin reaksiyon katalizörleridir. Genellikle sentetik katalizörlerinkinden çok, olağanüstü katalitik güce sahiptirler. Substratlarına uyum sağlamaları sebebiyle yüksek düzeyde özgüllüğe sahiptirler, spesifik kimyasal reaksiyonları hızlandırır ve çok hafif sıcaklık ve pH koşulları altında sulu çözeltilerde işlevlerini yerlerine getirirler. Sadece az sayıda biyolojik olmayan katalizörler tüm bu özellikleri gösterirler. Enzimler, hücrelerin nasıl çoğaldıklarının aynı zamanda da nasıl hayatta kaldıklarını anlamının anahtarlarından biridir. Bu çalışmanın amacı farklı ışık renklerinde soya (*Glycine max* L.) bitkisini yetiştirmek ve bu dalga boylarındaki enzim aktiviteleri ile klorofil ve antosiyanin gibi içeriğindeki renk pigmentlerinde meydana gelen değişiklikleri belirlemek ayrıca bitkide meydana gelen hücre hasarı göstergesi olan MDA miktarının tespit edilip, hangi renk dalga boyunun soya bitkisinin gelişimine olumlu etki yaptığını araştırmaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1883'te Alman bilim adamı Theodor Wilhelm Engelmann, renkleri; sarı-kahverengi, mavi-yeşil ve kırmızı fotosentetik algleri, oksijeni seven ve sevmeyen bakterileri bir ışık plazmasından geçirerek, oksijeni seven bakterilerin ışığın hangi dalga boyuna ilgili olduğunu araştıran bir çalışma yapmıştır. Engelmann, ışık spektrumunda hangi dalga boyuna hangi bakteri türlerinin geldiğini tespit ederek karbondioksit ve ışık emilimini ölçerek deneyin sonucunda en çok bakteri mor-mavi ve kırmızı ışıkların olduğu bölgelere toplandığını, bu da o bölgede fotosentezin çok gerçekleştiğini gösterdiğini belirtmiştir. En az bakteri yoğunluğu ise yeşil ışıkta oldu bu da alglerin klorofil pigmentinden dolayı yeşil ışığın çok az bir bölümünü soğurabilmesinden kaynaklandığını rapor etmiştir.

Bu deneydeki mantıktan yola çıkılarak soya bitkisinin laboratuvar ortamında farklı ışık şiddetlerine maruz bırakıldığında hem enzim sisteminde hem de renk pigmentlerinde ne gibi değişiklikler meydana getirdiğinin araştırılması oldukça önemlidir.

İşler ve ark., 1993 yılında yaptığı bir çalışmada tarımda mahsul verimliliği açısından kapasitesi en uygun soya çeşidi araştırılmıştır. Önemli bir ticari değere sahip olan soyaya ticari bakımdan alım garantisi kazandırmak ve o bölgede yaşayan halkın, soyayı en uygun maliyetlerle ekmesi neticesinde iyi bir satış politikası uygulanırsa; o bölgede soyanın ticarete daha uygun hale geleceği kanaatine varılmıştır.

Yılmaz ve ark., 2002 yılında yürütülen başka bir çalışmada Harran Ovası koşullarında, ikinci ürün olmak üzere yetiştirilen soya bitkisinin farklı 14 çeşidi kullanılmış ve 6 soya çeşidinin de yetiştirildiği bölgenin, ekolojik-coğrafik-fizyolojik koşullarına adaptasyonu araştırılmanın temel konusu olmuştur. Araştırmada içeriği araştırılan soyanın, genotip bakımından ulaşabileceği maksimum bitki boyu, oluşan bitkilerin verdiği dalların sayıları, bakla miktarları, ilk baklanın yüksekliği, dekara ya da dönüme verimliliği, elde edilebilecek yağ oranı ve vejetasyon evrelerinin süreleri bakımından tarım açısından önem arz eden konuları incelenmiş, Harran Ekolojisinde en üst sırada yer alan soya çeşitlerinin S.4240, Williams, Sloan, Amsoy-71 türlerinin olduğunu kalite özellikleri bakımından uygun çeşitler olduğu sonucuna varılmıştır.

Arioğlu ve ark., 2005 yılında ikinci ürün koşullarına uygun, yüksek verimli soya çeşitlerini yetiştirmek amacıyla yapılan araştırmada; 1993-2003 yılları arasında yapılan çalışmada melezleme yönteminin uygulandığı ıslah programında; S.4240, Williams ve A.3127 gibi soya çeşitleri ebeveyn olarak seçilmiş, jenerasyonlardaki seçim işlemleri, tek tohum nesli (Single-seed descent) seleksiyon yöntemine göre yapılan melezleme işleminden emin olmak için, çiçek rengi markör özellik olarak kullanılmıştır. Üç yıllık tekrarlamalı verim denemeleri sonuçlarına göre belirlenen bu çeşit adayların verim potansiyelleri, standart çeşitlerden oldukça yüksek bulunmuştur.

Yılmaz ve ark., 2005 yılında Birincil ürünlerin yoğun tüketimi sonucu, ikincil ürün standartlarına uyan, verimi yüksek soya bitkilerini yetiştirebilmek maksadıyla yapılan araştırmada. İklim bakımından bitkilere çok iyi ev sahipliği yapan Kahramanmaraş ilinde 23 farklı soya çeşidinin ikinci ürün koşullarına uyumunun incelenmesi planlanmıştır. Çalışmalar sonucu bulunan bulgularla, iki yıllık çalışmanın sonucu olarak toplanan tüm veriler birleştirilmiş, soyanın tarımı için çeşidi P9272, P9301, P9302, P9391 olanları uygun görülmüştür.

Güllüoğlu ve ark., 2005 yılında Harran Ovasında yapılan bir araştırmada, soya çeşitlerinden A3935 çeşidi ile değişik zaman aralıklarında uygulaması yapılan birçok farklı bitki büyütme regülatörlerinin geciken hasat zamanlarında bitkinin gördüğü zararların tayıneri konusunda bir sonuca varmak üzere çalışılmıştır. Bu çalışmada bitki, verim kaybı yaşamış, baklalar zamansız çatlamıştır. Bu zararların sebebi, ana ürün koşullarında bitkinin normalden daha uzun bir süre de yetiştirilmiş olması, hasat edildikten sonra elde edilen baklaların esneklik özelliğini kaybederek çatlamaya uğraması, iklimatik bir faktör olan hava sıcaklığının normalden daha fazla, bağıl nemin ise daha az olması, bitki büyütme regülatörlerinin etkisinin daha fazla görülmesi, hem verimi arttırmak hem de verim artışını sağlamak ve hem de verimin azalmasını engellemek için, bitkiye daha fazla gelişme takviyesi uygulanması önerilmektedir. İkinci ürün koşullarında ise büyüme regülatörlerinin bakla çatlama oranı üzerine beklenen seviyede yeterli olmadığı için bitkiye daha fazla yetiştirici ilavelerde bulunulması gerektiğini bildirmiştir.

Bakoğlu ve ark., 2005 yılında yapılmış bir çalışma da soya fasulyesi (*Glycine max L.*) bitkisinde hasat kayıplarının asgariye indirilmesi açısından bitki boyunun uzun olması, sık ekimlerde dallanma, bakla ve tohum sayılarında azalmalar meydana geldiğini, asrın harika bitkisi olarak tanımlanan soyanın sulu tarımda yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Son zamanlarda endüstriyel açıdan popülerlik kazanan soya fasulyesi ile ilgili yapılan çalışmalar artmıştır. Tayyar ve ark., 2007 tarafından yapılan bir araştırmada ülkemizin soya ihtiyacını karşılamak için en verimli soya türleri iki senelik bir zaman aralığında araştırılmış en verimli genotipin Türksoy olduğu sonucuna varılmıştır.

Sincik ve ark., 2008 yılında Bursa ilinin fizyolojik ve ekolojik koşullarını göz önünde bulundurularak, bu şartlarda sıralı bir biçimde yetiştirilen soya fasulyesinin verimliliği ve kalitesinin araştırılması üzerine yapılan bir çalışmada yetiştirilen soyaların boyu, yetişen ilk baklanın toprak üzerinde yüksekliği, baklaların toplam sayısı, tanelerin toplam sayısı, verimlilikleri, ham protein içerikleri ve diğer fizyolojik parametrelerin özelliklerini belirlemek üzere yapılan çalışmalarda bazı hatlarda protein miktarının normalden yüksek olduğunu, ancak rekabet yeteneklerinin zayıf olduğu saptanmıştır. Rekabet bir bitkinin hayatta kalabilmek için ortam şartlarına maksimum düzeyde uyum sağladığı ve gelebilecek tehlikelere karşı savunma mekanizmaları oluşturduğu önemli bir konudur. Bu çalışma sonuçları da bu konuda önemli aydınlatmalarda bulunmaktadır. Çünkü sosyo ekonomik açıdan önemli bir yere sahip soya bitkisinin adaptasyonlarının en üst düzeye çıkarılabilmesi, bu yapay ortam koşullarında elde edilen verilerin gerçek hayata ya da daha doğru bir ifade ile doğal ortam koşullarına tamamen adaptasyon gösterebilmesi konusuna ışık tutması oldukça kıymetlidir.

Li ve ark., 2018 yılında yaptıkları başka bir çalışmada ise, soya fasulyesi bitkileri ışık yoğunluğu, ışık kalitesi, ışık yönü ve fotoperiyot sinyalleri konusunda çok bilgi sahibi olmayan bilim insanları bu bitkinin ışık reseptörüne ve doğrudan sinyal kaynaklarına hangi ışık altında cevap alabileceğini, şu anda soyada bilinen fotoreseptör sayısı ve çeşidi sınırlı olmasından dolayı farklı ışık şiddetlerine maruz bırakılan soya bitkilerinin hangi genlerle cevap oluşturacağı araştırmıştır. Araştırmada soyanın mavi ışık altında en verimli hale geldiği, mavi ışığın mRNA sayısında bir artış meydana getirerek, bitkinin stresle başa çıkabilme yeteneğini arttırmada rol oynayabileceği sonucuna varılmıştır. Özetle, bu çalışma sonucunda, mavi ışığın uyardığı genlerin ve enzim aktivelerinin, soya fasulyesinde yüksek ışık stresine katıldığı, soya fasulyesi verimini ve soya fasulyesinin yüksek ışığa toleransını iyileştirmek için büyük önemi olan yeni bir mekanizma olduğu kanaatine varmıştır.

Almeida, ve ark., 2021 yılında yürütülen bir çalışmada soya bitkisine

uygulanan ışık şiddetlerinin soya bitkisinin su tutma kapasitesini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre düşük ışık şiddetine maruz kalan soya bitkisinde fotosentez için gerekli olan enzim aktiviteleri normale göre %80 azalış göstermiştir. Işık şiddetinin yeterli olmaması nedeniyle bitki su tutma kapasitesi zayıflamıştır. Yüksek ışık şiddetinde yetiştirilen soyalarda ise fotokimyasal enerji dağılımında artış gözlemlenmiş, çözünür şekerler, prolin ve MDA'ya daha çok rastlanılmıştır. Aynı zamanda bu çalışmanın sonuçlarına göre, yüksek ışık şiddeti sayesinde soya yapraklarındaki süngerimsi parankimada gelişme göstermiştir. Normalden daha kalınlaşan palizat parankimasının fotosentez verimini maksimuma taşıdığı ölçülmüştür. Ek olarak, yapraklarda süperoksit dismutaz, katalaz, peroksidaz ve askorbat peroksidaz antioksidan enzimlerinin aktivitesinde bir artış meydana getirmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Yukarıda ifade edilen hedef ve amaçlara ulaşmak için deney materyali olarak soya (*Glycine max L.*) cv., “A3935” tohumları Harran Üniversitesi Ziraat fakültesinden alınmıştır. Deneyde kullanılan tohum örneklerinde daha önce hocam tarafından birçok çalışma yapılarak sonuçları yayınlanmıştır (Doğan, 2012, Doğan, 2013, Doğan, 2014). Yukarıda yapılan çalışmalarda soya bitkisinin farklı çeşidi, birçok açıdan incelenerek çalışmamızda kullandığımız örnekler en iyi sonucu verebileceği kanaati oluşarak seçilmiştir. Deneme farklı ışık ortamında, yetiştirilen bitkilere, kontrol grubu hariç diğer gruplar sırasıyla; mor, mavi, mavi yeşil, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı ışık olmak üzere farklı renkli kabinlerde çimlenme 10 gün, uygulama 18 gün olacak şekilde toplam 28 gün yetiştirilmiştir.

Bitkilerin büyüme aşamalarından olan çimlenme ve büyüme döneminde; laboratuvar ortamında hazırlanan denemeler iklim dolabı içerisinde; soyanın ekolojik isteklerine göre sıcaklığı 25 ± 2 °C santigrat derecede ve bağıl nem oranı %65'e sabitlenerek deney süresince değiştirilmemiştir. Bitkilere yansıtılan ışığın şiddeti ise 13500 lüks şeklinde ayarlanmıştır. Sağlam ve şekil-görüntü açısından benzer büyüklükte yeteri kadar seçilen tohumların yüzeysel sterilizasyonu Ellis ve ark. (1988)' nin yöntemindeki maddelere uyularak yapılmıştır. Kontrol ve farklı ışık şiddeti uygulanan soya fidelerinde rast gele seçilen 3 bitkide yaprak örnekleme yapılarak bu örneklerde klorofil belirlenmesi Lichtenhaler ve Wellburn (1983) göre, lipid peroksidasyon (MDA) belirlenmesi Lutts ve ark (1996)' na göre, prolin miktarının belirlenmesi Bates ve ark. (1973)' nin geliştirdiği yöntem göre, Antosiyanin içeriği: Fuleki ve Francis (1968) tarafından geliştirilmiş yöntem göre, bazı enzim analizleri Cakmak ve Marschner (1992) tarafından bildirildiği gibi tayin edilmiştir.

3.1. Klorofil Analizi Hesaplanması

Lichtenhaler ve Wellburn (1983), yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Soya örnekleri %80 oranında 10 ml etanol içerisine koyulmuştur. 80 °C sıcaklıkta 20 dakikalık su banyosu yaptırılmıştır. 654nm absorbans değeri ile spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208) okunmuştur. µg/mg T.A. olarak hesaplanmıştır.

3.2. Malondialdehid (MDA) Analizi Hesaplanması

Yaprak dokularındaki MDA miktarı Lutts ve ark. (1996)' nin yöntemi esas alınarak belirlenmiştir. Bu yöntem göre -80 °C de donmuş olan örneklerden 200 mg yaş yaprak örneği alınmış, bunun üzerine 5 ml %0.1 'lik Trichloro Aceticacid (TCA)

ilave edilmiş ve bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. 5 ml'lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınarak, üzerine %20 Thiobarbitric Acid (TBA) bulunan %0,1'lik 3 ml TCA ilave edilmiştir. 95 oC' deki sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilen karışımın, 532 ve 600 nm'de absorbans değerleri (A) Analitic Jena 40 model spektrofotometrede okunmuştur. Kör olarak, içinde %20 TBA bulunan %0,1'lik TCA kullanılmıştır. Yaprak dokularındaki MDA miktarı, $MDA: (A_{532}-A_{600}) \times \text{Ekstraksiyon hacmi (ml)} / (155 \text{ mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)})$ formülü ile ($\mu\text{mol/g T.A.}$) olarak hesaplanmıştır.

3.3. Antosiyanin İçeriğinin Hesaplanması

Fuleki ve Francis (1968) tarafından geliştirilmiş bulunan pH-diferansiyel tayin metoduna göre saptanmıştır. Antosiyanin maksimum absorbansı (520-700 nm) arası olduğundan 610 nm dalga boyunda spektrofotometrede okunmuştur. Tüm stok süresince, konsantre örnekleri aynı seyreltme oranlarına uyularak seyreltilmiş ve böylece analizler birçok spektrofotometrenin linear sınırı olan 1.2 absorbans değerinin (Cemeroğlu, 2007) altında yürütülmüştür. Potasyum klorür çözeltisi (pH:1) ile belirlenen bu seyreltme oranı hem potasyum klorür ve hem de sodyum asetat tampon çözeltisi (pH:4.5) ile uygulanmış ve elde edilen seyreltikler, 15 dakika süre ile denge oluşması için kendi halinde bırakılmışlardır. Bekleme süresi sonunda, süpernatant whatmann 1 de filtre edildikten sonra örnek ve körün (%0.01'lik HCl) aynı anda koyulabildiği çift huzmeli (double-beam) spektrofotometre (shimadzu japan) kullanılarak belirlenmiştir. Antosiyanin miktarı bütün örneklerde, siyanidin 3-glikozit cinsinden (Alasalvar ve ark. 2004) 34 (MW=445,2 molarabsorbans, $\epsilon=29600$) 3.3. no' lu eşitliğe göre hesaplanmıştır.

3.4. Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi ve Ekstraktların Hazırlanması

Bitkilerin tamamı için çözeltiler hazırlanmıştır. Buna göre yaklaşık, 0.5 gr taze yaprak örneği sıvı azotla birlikte porselen havan içinde iyice ezilmiştir. Diğer adımda içinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM'lık (pH 7.6) fosfat (P) tampon çözeltisi ile (10 ml) homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 15 dk süre ile 15000 g ve +4 C de santrifüj edildikten sonra, elde edilen süpernatantta enzim aktiviteleri yine Çakmak ve Marschner (1992) ve Çakmak (1994)'ın çalışma prensipleri ve uygulama yöntemlerine göre belirlenmiştir.

3.5. CAT Aktivitesinin Hesaplanması

Spektrofotometrede H_2O_2 'nin 240 nm'de ($E= 39.4 \text{ mM cm/1}$) parçalanma oranı esas alınarak ölçümü yapılmıştır. Buna göre, son hacim 1 ml olan reaksiyon ortamını 0,1 mM EDTA içeren 25 mM'lık fosfat tamponu (pH 7.6), 0.1 ml 100 mM

H₂O₂ ve enzim ekstraktı oluşturmaktadır. Yukarıda hazırlanışı açıklanan ekstrakta 10'ar saniye ara ile 1 dakika süredeki H₂O₂ dekompozisyonu spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208) okunmuş ve CAT enzim aktivitesi $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$ T.A. olarak hesaplanmıştır.

3.6. GR Enzim Aktivitesinin Hesaplanması

340 nm'de ($E = 6.2 \text{ mM cm}/1$) NADPH'nin oksidasyonu esas alınarak ölçülmüştür. Buna göre, son hacim 1 ml olan reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfat tamponu (pH 7.6), 0.1 ml 0.5 mM okside gulutasyon, 0.1 ml 0.12 mM NADPH ve enzim ekstraktı ilave edilerek NADPH oksidasyonu 340 nm'de 20 saniye ara ile 1 dakika süre ile okunmuş ve GR aktivitesi spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208) okunmuş ve $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$ T.A. olarak hesaplanmıştır.

3.7. APX Aktivitesinin Hesaplanması

290 nm'de ($E = 2.8 \text{ mM cm}$) askorbatın oksidasyon hızı ölçülerek saptanmıştır. Buna göre, son hacmi 1 ml olan reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfat tamponu (pH 7.6), 0.1 ml 10 mM EDTA içeren 12 mM H₂O₂, 0.1 ml 0.25 mM L (+) askorbik asit ve enzim akstraktı ilave edilerek askorbat oksidasyonu 20 saniye ara ile 1 dakika süredeki askorbat oksidasyonu spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208) okunmuş ve APX aktivitesi $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}$ T.A. olarak hesaplanmıştır.

3.8. SOD Aktivitesinin Hesaplanması

Nitro blue tetrazolium kloridin (NBT) ışık altında O₂ tarafından indirgenmesi yöntemine göre ölçülmüştür. Bu yöntemle göre son hacim 5 ml olacak şekilde cam şişeler içinde oluşturulan reaksiyon ortamına önce 0.1 mM Na- EDTA içeren 50 mM'lık (pH 7.6) fosfat tamponundan konulduktan sonra üzerine sırasıyla enzim ekstraktı (25-100 μl), 0.5 ml 50 mM Na₂CO₃ (pH 10.2), 0.5 ml 12 mM L-methionine , 0.5 ml 75 μM p-NBT ve 0.5 ml 10 μM riboflavin eklenmiştir. NBT'in O₂ tarafından indirgenmesi ise örneklerin 24 °C ve 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ışık intensitesi altında 10-15 dk tutulması ile sağlanmıştır. SOD aktivitesi spektrofotometrede (Shimadzu UV-1208) okunmuş ve U/g T.A. olarak hesaplanmıştır. Bir SOD aktivite ünitesi, (U) 560 nm'de ölçülen NBT'un indirgenme oranının %50'sinin engellenmesi için gereken enzim miktarı olarak ifade edilmiştir. Tesadüf parselleri deneme deseninde kurulan deney deseni, 3 tekrarlı olarak uygulanmış ve gruplar arası farklılık tek yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. Gruplar arası farklılığın hangi iki gruptan kaynaklandığı belirlemek için LSD (asgari önemli fark) çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir. Testler $p < 0.05$ önem düzeyinde yapılmıştır.



Şekil 3.1. İklim Dolabında Yetiştirilen Soyalar

Bu tez çalışmasında asıl amaç ülkemiz için gerek tarım gerekse ülkenin ekonomisi bakımından oldukça önemli bir yere sahip olan soya bitkisinin farklı ışık şartlarında muhtemel rolünü anlayabilmek ve tamamlayıcı bilgileri elde edebilmektir. Ayrıca farklı ışık ortamında ve ışık stresinde oynadığı rol ile, farklı büyüme parametrelerinden klorofil, antosiyanin, MDA ve enzim analizleri sonucunda elde edilen bulgularla büyüme sürecinde ışığa karşı farklı tepkilerin kriter olup olmayacağı araştırılacaktır. Literatürde bu konu ile ilgili eksikliğin bir dereceye kadar kapatılmasında, bazı açık kalmış noktaların aydınlatılmasında ve bitki fizyolojisi ile çalışan araştırmacılara katkı sağlayacağı ümit edilmektedir.



Şekil 3.2. Laboratuvarda denemeleri kontrol ederken bir çalışma anı

4. BULGULAR

Farklı ışık ortamında büyütülen soya örneklerinde yapılan analiz sonucunda özellikle kırmızı ışık ortamında klorofil, antosiyanin, malondialdehit (MDA) ve enzim analizlerinin tüm parametrelerinde en yüksek değer bulunmuştur (Tablo 1 ve 2). Varyans analizi bakımından klorofil, antosiyanin, MDA, enzimlerden katalaz, glutatyon redüktaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz (SOD) diğer renklerdeki aktivite miktarları bakımından negatif yönden anlamlı ve birbirleriyle ilişkili bulunmuştur ($P<0.5$).

Parametreler tek başına çok anlamlı olmasa da özellikle klorofil, antosiyanin ve MDA bakımından yüksek ve birbirleriyle anlamlı ilişkili içinde olması önemli bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Parametrelerin tek başına yüksek olması kayda değer önemli bir parametre olarak kabul görmemektedir. Ancak parametrelerin birbirlerini destekler nitelikte yüksek olması önemli bir anlam ifade etmektedir. Enzim parametreleri bakımından bakıldığında klorofil, antosiyanin ve MDA ile pozitif yönde ilişkili olması, bu parametrelerinin enzimleri desteklemesi olumlu bir gösterge olarak değerlendirilmektedir. Enzim miktarının yüksek olması ve kırmızı ışığa bağlı klorofil miktarının normalden fazla oluşu arasındaki ilişkiye göre ifade anlam kazanmaktadır. Birçok bilim insanı bizim bulduğumuz sonuçlara paralel sonuçlar bulmuşlardır (Runkle, 2016). Kendall ve McKersie (1989) 'nin bildirdiğine göre, stres koşullarında üretilen aktif O_2 radikalleri membranlarda lipid peroksidasyonuna sebep olmakta ve bu durum da membranlarda hasar meydana getirmektedir. MDA değerlerinin kontrollerden yüksek olması soyanın farklı ışık kaynaklarından etkilenen ışığın ve çevre şartlarının etkili olabileceği faktörlerinden kaynaklandığı böylece serbest radikal oluşumunun daha yüksek olabileceği sonucunu ortaya çıkartmaktadır.

4.1. Klorofil Belirlenmesi

Deney materyali olarak soya (*Glycine max* L.) cv., "A3935" tohumları farklı ışık ortamında, yetiştirilen bitkilere, kontrol grubu hariç diğer gruplar sırasıyla; mor, mavi, mavi yeşil, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı ışık olmak üzere farklı ortamlarda yetiştirilerek klorofil bakımından nasıl bir tepki verdiği ve fotosentezde etkili olan klorofilin nasıl etkilendiği belirlenmiştir. Farklı ışık çeşitlerinin klorofil düzeyinde kontrol hariç sırasıyla kırmızı, turuncu, sarı ve mor ışık ortamında önemli sayılabilecek artışlar sağlamıştır (Çizelge 4.1 ve Grafik 4.1). Kırmızı ışık ortamında yetişen soya yapraklarının klorofil düzeyinin kontrole göre önemli miktarda değişmiş olması, kırmızı ışığın fotosentezde etkili olduğu dolayısı ile protein miktarında

ve bitkinin gelişiminde olumlu etki yaparak yaprak dökülmelerini önemli ölçüde azaltmıştır. Klorofil düzeyinin yüksek olması kırmızı ışıkla birlikte anlamlı, farklı ışık stresine karşı olumlu bir etki yaptığı anlaşılmaktadır. Diğer farklı ışık ortamları fotosentez üzerinde kırmızı ışık kadar etkili olmadığı böylece bitkilerin strese girdiği böylece kırmızı ışığın strese karşı aynı iyileştirici etkiyi yapmış olması kırmızı ışığın dalga boyunun olumlu etkide bulunduğu bir göstergesi olabilir. Kontrol ve farklı ışık ortamında çimlenme büyüme ve deney ortamı olarak 28 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen klorofil miktarları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Klorofil miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde klorofil miktarı üzerinde farklı ışık miktarının istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.005$). Kırmızı ortamda, klorofil miktarının kontrole kıyaslandığında yüksek olduğu görülmüştür. Diğer ortamlarda da kontrole göre bir miktar artmalar meydana gelmiştir. Aşağıdaki Çizelge 4. 1’ da görüleceği gibi klorofil oranında kontrolde $0,124 \pm 0$, mor ışıkta 0.154 ± 1 , mavi ışıkta 0.135 ± 2 , mavi yeşil ışıkta 0.147 ± 1 , yeşil ışıkta 0.150 ± 1 , sarı ışıkta 0.154 ± 1 , turuncu ışıkta 0.187 ± 2 ve kırmızı ışıkta 0.247 ± 1 miktarlarında bulunmuştur. Klorofille ilgili yapılan bir çalışmada bulgularımızla olumlu yönde benzeşmeler bulunmaktadır. Klorofil a'nın mavi-yeşil görüldüğü ve klorofil b'nin sarı-yeşile sahip olduğu renk durumunda farklıdır. Sıcaklık değişimleri Klorofil a'nın termal olarak klorofilden daha az kararlı olduğu bildirilmiştir (Çetin ve ark., 2008; Ezer ve ark., 2010).

Çanakkale Boğazı Yat Limanı girişi yüzey deniz suyunun fizikokimyasal parametreleri ile ilişkili olarak inorganik nütrient ve klorofil-a miktarlarının aylık değişimleri incelenmiştir. Aylara bağlı olarak ışık miktarının fitoplankton aktivitesinin bir göstergesi olan Klorofil a pigmenti yılda üç farklı pik oluşturmuştur (Türkoğlu ve ark., 2004). Yukardaki bulgulara bakarak klorofilin mevsime bağlı olarak ışık kalitesinden olumlu yönde etkilendiği sonucu çıkararak bizim çalışmalara paralellik arz etmektedir. Başka bir çalışmada farklı üzümü meyve türlerinde klorofil a+b içeriklerinin (spad değerlerinin) belirlenmesi amacıyla ölçümler yapılmıştır. Ölçülen spad değerleri ortalamaları 96.41-42,82 arasında değişkenlik göstermiştir. Ortalama spad değerleri çoktan aza doğru incelendiğinde sırasıyla Frenk üzümü türünde 96.41, böğürtlen türünde 64.20 ve ahududu türünde 42.82 değerleri tespit edilmiştir. Klorofil a ve klorofil b nin değerleri ışık kalitesine bağlı olarak arttığını belirlemişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmalara paralellik göstermektedir (Garkın, S. ve Göktaş, A., 2011).

4.2. Antosiyanin Belirlenmesi

Deney materyali olarak soya (*Glycine max* L.) cv., “A3935” tohumları farklı

ışık ortamında, yetiştirilen bitkilere, kontrol grubu hariç diğer gruplar sırasıyla; mor, mavi, mavi yeşil, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı ışık olmak üzere farklı ortamlarda yetiştirilerek, fotosentezde etkili olan pigmentlerden antosiyaninin nasıl etkilendiği belirlenmiştir. Yediğimiz meyve, sebze ve diğer besinler içeriğindeki bileşenler sayesinde sağlığınıza birçok faydalı etkileri bulunabilir. Bu sağlık iyileştirici etkilere sahip bileşenlerden biri de antosiyaninlerdir. Antosiyanin bitkilerin çoğunluğunda bulunan bir grup polifenolik maddedir. Kanseri, Alzheimer, diyabet gibi hastalıkların görülme riskini düşürmek antosiyanin faydaları arasında bulunmaktadır. Antosiyaninin bu etkileri göz önünde bulundurulduğunda analiz sonucunda bulunan miktarın önemli olduğu anlaşılabilmektedir (Andersen ve Jordheim, 2010).

Bitkiler tüm zamanlar boyunca sağlığı iyileştirici etkiler ile ilişkilendirilmiş ve hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. Bitkilerin nasıl sağlığı iyileştirici etkilerinin bulunduğunu açıklamada antosiyanin ve flavonoid grubu iyi bir etkidir. Flavonoidler bitkilerin meyve, çiçek gibi tüm kısımlarında bulunabilen sağlığa faydaları bulunan bir grup antioksidandır (Huang ve Zhou, 2019). Antosiyaninler, flavonoid ailesine ait suda çözünebilir renkli pigmentlerdir (Koh ve ark., 2020). Kırmızı, mor, mavi renkli meyve ve sebzelerde bulunur. Renkli olmaları dolayısıyla doğal gıda boyası olarak kullanılmışlardır (Barroso ve ark., 2017). Uygun Bitkinin içeriğindeki antosiyanin miktarı pH, ışık, sıcaklığa bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Kong ve ark., 2003).

Antosiyaninler güçlü bir antioksidan olarak bilinir. C vitamini, E vitamini, selenyum ve beta karotene antioksidanlar arasındadır. Antioksidanlar vücut için oldukça faydalıdır. Gün içerisinde tüketilen besinlerin sindirimi sonucunda, güneş ışınları veya zararlı kimyasallara maruz kalma sonucunda vücutta serbest radikal denilen bileşikler oluşur. Bu bileşikler vücut içerisinde dolaşırlar ve hücrelerin zarar görmesine neden olabilir. Antioksidanlar ise vücutta çeşitli nedenlerle oluşmuş olan bu serbest radikallerin temizlenmesinde rol oynar. Bu şekilde hücre hasarı sonucunda görülen kanser hastalığının meydana gelme riskini azaltabilir (Zand ve ark., 2002).

Birçok bitkinin çiçek ve meyvelerinde yaygın olarak bulunan antosiyanin yaygın kullanım alanlarına sahiptir. Renkli pigmentte olması ile gıda boyası sektöründe oldukça sık tercih edilmektedir. Antosiyanin faydaları ve içeriği sayesinde de bazı hastalıkların tedavisinde veya sağlığı güçlendirici amacıyla da kullanılmaktadır (Wu ve ark., 2006). Böylece farklı ışık çeşitlerinin antosiyanin düzeyinde kontrol hariç sırasıyla kırmızı dışında, turuncu, sarı, mavi, yeşil, mavi yeşil ve mor ışık ortamında kontrole göre önemli miktarda artmıştır. Kırmızı ışık

ortamda yetişen soya yapraklarının antosiyanin düzeyi kontrol dışında artış eğilim göstermiştir. Kırmızı ışığın fotosentezde etkili olduğu dolayısı ile protein miktarında ve bitkinin gelişiminde olumlu etki yaptığı anlaşılmaktadır. Antosiyanin miktarının yüksek olması kırmızı ışıkla birlikte anlamlı, farklı ışık stresine karşı olumlu bir etki yaptığı anlaşılmaktadır. Diğer farklı ışık ortamları fotosentez üzerinde kırmızı ışık kadar etkili olmadığı böylece bitkilerin strese girdiği böylece kırmızı ışığın strese karşı aynı iyileştirici etkiyi yapmış olması kırmızı ışığın dalga boyunun olumlu etkide bulunduğu böylece klorofil gibi antosiyanin miktarında da öneli bir sonuç elde edilmiştir.

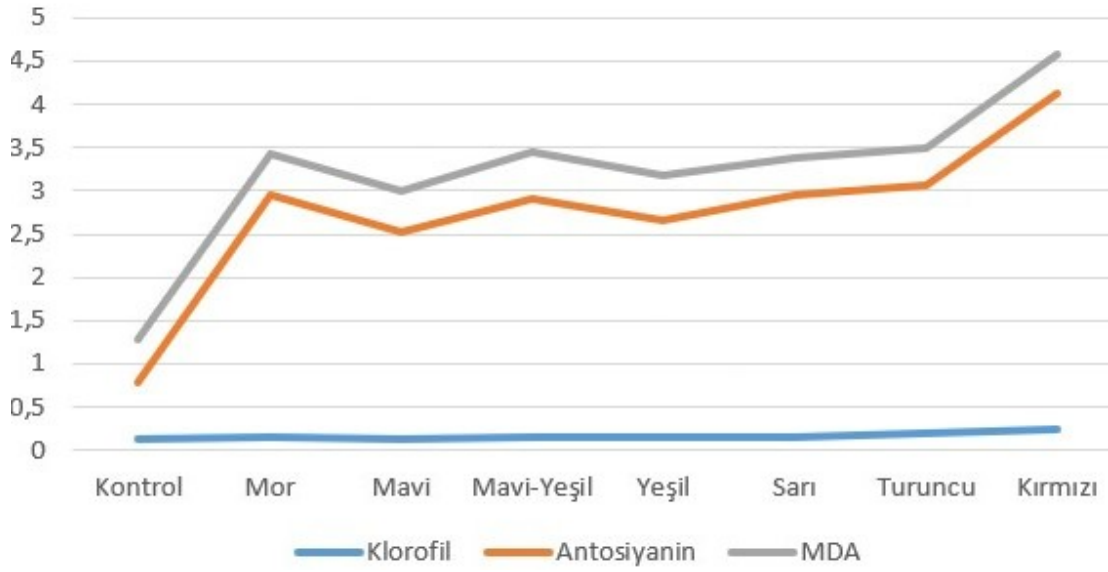
Çizelge 4.1. Farklı ışık ortamında yetiştirilen soya örneklerinde klorofil, MDA ve antosiyanin analiz sonuçları

IŞIK ÇEŞİDİ	KLOROFİL	ANTOSİYANİN	MDA
Kontrol	.124±0	.67±3	.486±1
Mor	.154±1	2.80±2	.469±3
Mavi	.135±2	2.38±2	.472±1
Mavi-yeşil	.147±1	2.75±3	.551±1
Yeşil	.150±1	2.51±1	.508±3
Sarı	.154±1	2.80±2	.428±3
Turuncu	.187±2	2.87±3	.443±3
Kırmızı	.247±1	3.87±2	.458±1

Kontrol ve farklı ışık ortamında çimlenme büyüme ve deney ortamı olarak 28 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen antosiyanin miktarlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Antosiyanin miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde antosiyanin farklı ışık dalga boyunda istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0.005$). Kırmızı ışık ortamında, antosiyanin miktarı kontrole kıyaslandığında arttığı görülmüştür. Diğer ortamlarda da kontrole göre artmıştır. Aşağıdaki Çizelge 4.1’ da görüleceği gibi klorofil oranında kontrolde .67±3, mor ışıkta 2.80±2, mavi ışıkta 2.38±2, mavi yeşil ışıkta 2.75±3, yeşil ışıkta 2.51±1, sarı ışıkta 2.80±2, turuncu ışıkta 2.87±3 ve kırmızı ışıkta 3.87±2 miktarlarında bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Farklı ışık ortamında yetiştirilen soya örneklerinde klorofil,

MDA ve antosiyanin analiz sonuçları



4.3. MDA Belirlenmesi

Deney materyali olarak soya (*Glycine max* L.) cv., “A3935” tohumları farklı ışık ortamında, yetiştirilen bitkilere, kontrol grubu hariç diğer gruplar sırasıyla; mor, mavi, mavi yeşil, yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı ışık olmak üzere farklı ortamlarda yetiştirilerek, fotosentezde etkili olan pigmentlerden antosiyaninin nasıl etkilendiği belirlenmiştir.

Farklı ışık ortamında yetiştirilen soya yapraklarında MDA miktarı yeşil ve mavi yeşil ışık ortamı dışında diğer ortamlarda önemli sayılabilecek düşük miktarda bulunmuştur (Çizelge ve Grafik 1). Kırmızı ışıkla birlikte diğer ortamlarda yetişen soya yapraklarının MDA düzeyinin kontrole göre önemli oranda değişmiş olması, kırmızı ışığın etkili olduğu hücre hasarını engellediği, buna karşı bir direnç oluşturduğu anlaşılmaktadır. Lipit peroksidasyon ürünü olan MDA hücre zarında meydana gelen bir bozulmanın ürünü olarak karşımıza çıktığından, yeşil ve mavi yeşil ışık dışında bu bozulmayı önlediği anlaşılmaktadır. Kırmızı ışık ile mor, mavi, sarı ve turuncu, ışık ortamları stres, çevresel faktörler ve bitki ile ilgili bütün olumsuz oluşumları engellediği. MDA düzeyinin azalması Yeşil ve mavi ışık dışında ışık stresine karşı olumlu bir etki yaptığının göstergesi olabilir. Ayrıca yeşil ve mavi yeşil dışındaki ortamlarda soya yapraklarında ortalama lipid peroksidasyon değerlerinin kontrollerden düşük olması soyanın çevresel stres faktörlerinden fazla etkilenmeyeceği ve serbest radikal oluşumunun daha düşük olabileceği sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Azalan farklı dalga boyları bitki üzerinde etkili olmadığı ışık stresine bağlı olarak soya hücre membranlarında oluşan MDA içeriğindeki azalışın oksidatif hasarın azaldığının bir göstergesidir (Çizelge 1).

MDA açısından kontrol ve diğer gruplar yeşil ve mavi yeşil dışında birbirine yakın, anlamlı derecede uyumludur ($p<0,01$). MDA oranları birbirine yakın bulunurken ışık dalga boyu ve ışık süresi ve şiddeti artmaya başlayınca MDA oranında artma meydana gelmiş olması gerekir. Ancak Klorofil ile MDA oranları negatif bakımından anlamlı bulunmuştur. Yukardaki Çizelge 4.1' da görüleceği gibi MDA oranında kontrolde $0,486\pm 1$, mor ışıkta $0,469\pm 3$, mavi ışıkta $0,472\pm 1$, mavi yeşil ışıkta $0,551\pm 2$, yeşil ışıkta $0,508\pm 3$, sarı ışıkta $0,428\pm 3$, turuncu ışıkta $0,443\pm 3$ ve kırmızı ışıkta $0,458\pm 1$ miktarlarında bulunmuştur.

Bitkilerin stres koşullarına karşı adaptasyonu ve dirençliliğinin artırılması öncelikle bitkilerde stres etkilerinin net anlaşılmasına bağlıdır. Bu açıdan stres molekülerine ilişkin kaynak ve çalışmaların artırılması amacıyla yapıldığı araştırmada MDA'nın olumsuz hava ve ışık ortamında stresten kaynaklanan olumsuz etkileri olduğunu saptarken bizim çalışmalardaki konulara vurgu yapmaktadır (Büyük ve ark., 2012).

Bir çalışmada halk arasında da antineoplastik özellikleri olduğuna dair şüpheler bulunan bitkilerin özütlerinin MDA özellikleri araştırılmıştır. "Tripan mavisi ekstraksiyon yöntemi" kullanılarak yapılan çalışmada *Achillea teretifolia* Willd., *Allium sivasicum* Özhatay & Kollmann., *Berberis vulgaris* L., *Ferula orientalis* L., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Glycine max* L. Merr., *Origanum acutidens* Hand.-Mazz., *Pelargonium endlicherianum* Fenzl., *Rhodiola rosea* L., *Salvia absconditiflora* (Montbret & Aucher ex Benth.) Greuter & Burdet., *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip., *Thymus pectinatus* Fisch. & C.A.Mey., *Urtica dioica* subsp. *Dioica*, umut vaadecek antineoplastik sonuçlara ulaşılmıştır (Turan ve ark., 2010).

4.4. Enzim Analizleri

Deney materyali olarak soya (*Glycine max* L.) cv., "A3935" tohumları farklı ışık renklerinden oluşan, ortamlarda yetiştirilerek çeşitli enzim aktivitelerine bakılmıştır. Özellikle antioksidan enzimlere, serbest oksijen ve hidrojen peroksit radikallerine karşı etkili olan enzimleri hangi oranda etkilendiği belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 4.1. Enzim Analizi İçin Özüt Hazırlanması

Hücrelerde normal metabolizma sırasında serbest radikaller olarak adlandırılan okside edici moleküller (oksidanlar) oluşmaktadır. Bilindiği gibi serbest radikallerden olan aktif oksijen türevleri oksidan özellik gösterirler. Süper oksit radikali (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2), hidroksil radikali (OH^\cdot) ve singlet oksijen (1O_2) gibi reaktif oksijen türevleri biyolojik sistemlerde en sık rastlanan oksidanlardır. Oksidanların neden olduğu hasarların mekanizması oldukça karmaşıktır. Ancak genel anlamda oksidanlar, hücre bölünmesini engellemektedir (Yamada et al., 1993), hücre zarını, kalıtsal materyali ve çeşitli enzimatik olayları etkileyerek (Brent ve Rumack, 1993) hücre hasarı yapmaktadırlar.

Oksitleyici özelliğe sahip olan bu tür elektrofilitik moleküller hücre membranındaki lipidleri, hücrenin önemli fonksiyonel molekülleri olan proteinleri ve DNA'yı oksitleyebilmekte ve sonuçta oksitlenmiş proteinler hücre fonksiyon bozukluğuna, DNA hasarına ve mutasyona neden olmaktadır. Membran lipidlerinin oksidasyonu ise membrandaki lipidlerin peroksidasyonuna neden olarak hücre membran permeabilitesini bozarak hücreyi olumsuz etkilemektedir (Halliwell ve Gutteridge, 1981). Normal hücre metabolizma sonucu ortaya çıkan oksidantlar hücreler tarafından üretilen ve antioksidant olarak adlandırılan süperoksitdismutaz (SOD), katalaz (CAT), glutatyon redüktaz (GR) ve askorbat peroksidaz (AP) gibi enzimlerle etkisiz hale getirilmektedir. Serbest O_2 radikalleri SOD ile, H_2O_2 katalaz ile, lipidlerin peroksidasyonu ise glutatyon peroksidaz ile etkisiz hale

getirilmektedir.

Farklı ışıklardan oluşan ortamda yetiştirilen yaprakların enzim miktarında kırmızı ışık ortamında önemli sayılabilecek değerler bulunmuştur (Çizelge 4.3. ve Grafik 4.4). Kırmızı ortamda yetişen soya yapraklarındaki enzim miktarı kontrol göre kırmızı ışıkta yüksek olması, kırmızı ışığın strese karşı enzimlerle bir direnç oluşturduğu anlaşılmaktadır. Enzim aktivitesinin artması, kırmızı ışığın bitkilerin optimum şartlarda yetişmesine imkân veren uygulanmasının göstergesi olduğu anlaşılmaktadır. Kontrol, farklı ışık ortamında 28 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen CAT enzim aktivitesi miktarları Çizelge 4.3.'de verilmiştir. CAT enzim aktivitesi ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde bu enzimlerin miktarı üzerinde kırmızı ışık etkisinin istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.005$). Kırmızı ışık ortamında, CAT miktarının kontrole göre çok yüksek artışa neden olmuştur. Diğer ortamlarda da kontrole göre artışlar olmasına rağmen önemli sayılmayabilir. Aşağıdaki Çizelge 4.3.' de görüleceği gibi CAT oranında kontrolde .423±3, mor ışıkta .424±2, mavi ışıkta .472±0, mavi yeşil ışıkta .513±3, yeşil ışıkta .765±1, sarı ışıkta .475±2, turuncu ışıkta .557±2 ve kırmızı ışıkta .987±2 miktarlarında bulunmuştur.

Farklı ışık ortamında yetişen soya yapraklarında glutatyon redüktaz enzim miktarının kontrole göre mor ışık dışında diğer ortamlarda yüksek olması farklı dalga boylarındaki ışığın etkili olduğu bitki büyümesini mor ışık dışında diğer ışık ortamlarının bir direnç oluşturduğu bitkinin normal metabolik faaliyetleri sonucunda oluşan serbest radikallere olumlu bir etki yaptığı anlaşılmaktadır. Aşağıdaki Çizelge 4.3.' de görüleceği gibi CAT oranında kontrolde .422±2, mor ışıkta .354±2, mavi ışıkta .655±1, mavi yeşil ışıkta .942±2, yeşil ışıkta .765±2, sarı ışıkta .765±2, turuncu ışıkta .686±1 ve kırmızı ışıkta 1.898±2 miktarlarında bulunmuştur. Farklı ışık ortamında yetişen soya yapraklarında askorbat peroksidaz enzim miktarının kontrole göre sarı ışık dışında diğer ortamlarda yüksek olması farklı dalga boylarındaki ışığın etkili olduğu bitki büyümesini sarı ışık dışında diğer ışık ortamlarının bir direnç oluşturduğu bitkinin normal metabolik faaliyetleri sonucunda oluşan serbest radikallere olumlu bir etki yaptığı anlaşılmaktadır.

Aşağıdaki Çizelge 4.3' de görüleceği gibi CAT oranında kontrolde .453±1, mor ışıkta .756±1, mavi ışıkta .644±2, mavi yeşil ışıkta .654±1, yeşil ışıkta .745±2, sarı ışıkta .487±2, turuncu ışıkta .874±3 ve kırmızı ışıkta 1.754±1 miktarlarında bulunmuştur. Farklı ışık ortamında yetişen soya yapraklarında SOD enzim miktarının kontrole göre mavi ışık dışında diğer ortamlarda yüksek olması farklı dalga

boylarındaki ışığın sod aktivitesinde de etkili olduğu bitki büyümesini sarı ışık dışında diğer ışık ortamlarının bir direnç oluşturduğu bitkinin normal metabolik faaliyetleri sonucunda oluşan serbest radikallere olumlu bir etki yaptığı anlaşılmaktadır. Aşağıdaki Çizelge 4.3.' de görüleceği gibi SOD oranında kontrolde $.46\pm 2$, mor ışıkta $.78\pm 3$, mavi ışıkta $.45\pm 1$, mavi yeşil ışıkta $.68\pm 2$, yeşil ışıkta $.56\pm 3$, sarı ışıkta $.78\pm 1$, turuncu ışıkta $.88\pm 1$ ve kırmızı ışıkta 1.68 ± 2 miktarlarında bulunmuştur. Farklı ışık ortamında yetiştirilen örneklerde süperoksit dismutaz (SOD), Glutasyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) ve Askorbat peroksidaz (APX) aktivitelerinde önemli farklar bulunmuştur. Enzimlerden, SOD, GR, APX ve Katalaz (Çizelge 4.3.) aktivitesinde belirgin farkların sebebi farklı ışık renklerinin fotosentez üzerindeki etkisinin şartlarından kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir. Çeşitli araştırmacılar tarafından farklı ışık miktarının ve rengine bağlı kalarak söz konusu enzim düzeylerinin farklı şekilde etkilendiği sonucuna varılmıştır. Buna göre, SOD, APX ve GR aktiviteleri farklı ışık ve çevre şartlarıyla birlikte fasulyede arttığı bulunurken (Oidaire ve ark., 2000), antioksidatif savunma sisteminde anahtar taşı olan katalaz enzim aktivitesinin ise Arabidopsis thaliana' da düştüğü (Kubo ve ark., 1999), çeltik fidelerinin etkilenmediği (Oidaire ve ark., 2000) bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı ışık ortamında yetiştirilen soya örneklerinde katalaz, glutasyon redüktaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz analiz sonuçları

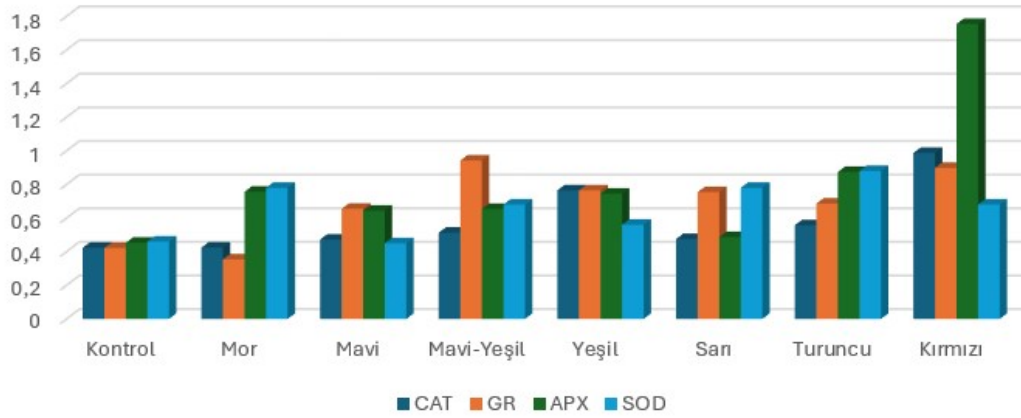
Işık Çeşidi	CAT	GR	APX	SOD
Kontrol	$.423\pm 3$	$.422\pm 2$	$.453\pm 1$	$.46\pm 2$
Mor	$.424\pm 2$	$.354\pm 2$	$.756\pm 1$	$.78\pm 3$
Mavi	$.472\pm 0$	$.655\pm 1$	$.644\pm 2$	$.45\pm 1$
Mavi-yeşil	$.513\pm 3$	$.942\pm 2$	$.654\pm 1$	$.68\pm 2$
Yeşil	$.765\pm 1$	$.765\pm 2$	$.745\pm 2$	$.56\pm 3$
Sarı	$.475\pm 2$	$.754\pm 2$	$.487\pm 2$	$.78\pm 1$
Turuncu	$.557\pm 2$	$.686\pm 1$	$.874\pm 3$	$.88\pm 1$
Kırmızı	$.987\pm 2$	1.898 ± 2	1.754 ± 1	1.68 ± 2

Farklı ışık ortamında yetiştirilen örneklerde süperoksit dismutaz (SOD), Glutasyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) ve Askorbat peroksidaz (APX) aktivitelerinde önemli farklar bulunmuştur. Enzimlerden, SOD, GR, APX ve Katalaz (Çizelge 4.3.) aktivitesinde belirgin farkların sebebi farklı ışık renklerinin fotosentez

üzerindeki etkisinin şartlarından kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir.

Çeşitli araştırmacılar tarafından farklı ışık miktarının ve rengine bağlı kalarak söz konusu enzim düzeylerinin farklı şekilde etkilendiği sonucuna varılmıştır. Buna göre, SOD, APX ve GR aktiviteleri farklı ışık ve çevre şartlarıyla birlikte fasulyede arttığı bulunurken (EL-Salıt, 1998), antioksidatif savunma sisteminde anahtar taşı olan katalaz enzim aktivitesinin ise *Arabidopsis thaliana*' da düştüğü (Kubo ve ark., 1999), çeltik fidelerinin etkilenmediği (Oidaire ve ark., 2000) bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı ışık ortamında yetiştirilen soya örneklerinde katalaz, glutatyon redüktaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz analiz sonuçları



5. TARTIŞMA

Genel olarak ışık ve ışık kalitesinin bitki üzerinde ki etkileri tartışmasız etkili olduğu anlaşılmaktadır. Aşağıda klorofil, MDA, antosiyanin ve enzim aktiviteleriyle ilgili olumlu ve olumsuz araştırmalar, çalışmalarımızı destekler veya desteklemeyen çalışmalar bulunmaktadır.

Son yıllarda ışık ve soya üzerine şu şekilde çalışmalar yapılmaktadır. 2017 yılında yürütülen bir çalışmada radyasyona maruz bırakılan soya fasulyesi yapraklarında fotosentez aktiviteleri ölçülmüştür. Önce gölgenin soya fasulyesi üzerindeki etkisi kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Genel olarak, gölge durumunda yetiştirilen bitki yaprağı ince olduğundan daha düşük bir net CO₂ asimilasyon oranına sahip soya (Tateno ve Taneda, 2007), daha düşük fotosentetik foton yoğunluğunda doymuş CO₂ asimilasyon oranına sahipti (Zhang ve ark., 2004) ve gölgesiz durumdakilerden daha düşük miktarlarda elektron transfer taşıyıcılarına sahip olarak ölçülmüştür (Jiang ve ark., 2011).

Yüksek radyasyon koşullarında, bitki yaprağı tarafından emilen ışık enerjisi genellikle CO₂'yi sabitlemek için gereken enerjiden daha fazlasını harcadığı tespit edilmiştir. Radyasyon yüzünden aşırı harcanan enerji zamanla azalmadığı sürece, enerji taşınmasında aksaklıklar meydana gelmiş ve bitki metabolizmasında aşırı reaktif oksijen türlerinin arttığı tespit edilmiştir. Yani bu çalışma sonucuna göre bitkide fotosentez reaksiyonları ışık şiddetlerinin düzensiz olması sebebiyle normal bir soya mekanizmasında oluşacak fotonların düzenli taşınmasında ayrıca radyasyonun (yani yüksek ışık şiddetinin) dolayısıyla artan oksijen reaktörlerinin bitki bünyesine zarar verdiği, yaprak kalınlığını azalttığı buna bağlı olarak stoma sayısının, klorofil miktarının azaldığı gözlemlenmiştir. (Yao ve ark., 2017)

2020 yılında yapılan bir bilimsel çalışmada farklı ışık yoğunluklarında, meydana gelen spesifik kurşun ağırlığı ölçümü, bitkideki stoma yoğunluğu, fotosentezin hızı ve tohum veren soya fasulyesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Gölgede tutulan bitkilerde, ışık yetersizliğine bağlı olarak bağlı olarak, soya fasulyesinden alınacak verimin ne kadar değişeceği araştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı, farklı ışık rejimlerinin (normal ışığın %35, %50, %75'i ve normal ışığın) soya fasulyesi genotiplerinin spesifik yaprak ağırlığı, stoma yoğunluğu, fotosentez, toplam biyokütle ve tohum verimi gibi fizyolojik özellikler üzerindeki etkisini belirlemektir. Düşük ışık yoğunluğuna toleranslı genotipleri tanımlamak için bitkiler tarafından alınan doğal güneş radyasyonunu azaltmak için %35, 50 ve %75'lik gölgeleme ağı

kullanılarak farklı gölgeleme koşulları oluşturulmuş. Bir bitki topluluğunda herhangi bir gölgeleme ağı olmadan doğal koşullar altında yetiştirilmiş. Gölgeleme koşulları arasında, kontrol koşulu altında yetiştirilen bitkilerde ortalama tohum verimi maksimum iken, bitkilerde %35 gölgeleme ağının altında yetiştirildiğinde tohum verimi %37 azalmış. Bu çalışmada ister laboratuvar koşullarında isterse de mahsul olarak toprakta, bahçede veya serada yetiştirilen soya bitkilerinden en iyi verimi alabilmek için kaliteli ışığa ihtiyaç duyulduğunu ve bizim çalışma sonuçlarımıza paralel olarak ışığın kalitesinin ne kadar önemli olduğunu destekler niteliktedir (Jumrani, 2020).

Yapılan başka bir çalışmada bitkilerin genç koruyucu yapraklarında, antioksidatif bileşiklerinde, enzim aktivitelerinde ve toksik maddelerin zararlı etkilerine karşı koruyucu ekran görevi gören aynı zamanda hastalık etmenlerine karşı bağışıklık sağlayan bitki flavonoidlerini, laboratuvar ortamında kırmızı ve mavi yapay ışıklandırmaya maruz bırakarak araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda soya bitkisinde baskın flavonol bileşiklerinin mavi ışıkta uyarıldığı ve bitki bünyesindeki savunma mekanizmasında görevli hemen hemen her bileşik ve enzimi harekete geçirdiği saptanmıştır. 12-36 saat gibi bir zaman diliminde kırmızı ışığa maruz bırakılan soya bitkilerinde ise "daidzein" isimli bileşiğin çok miktarda üretilmiş olması dikkat çekmiştir. Daidzein, hücre içinde kanser oluşumu öncesinde giriş koridorunu engelleyen, kanserin hücre içine giriş yapmasını ortadan kaldıran çok önemli bir bileşiktir. Kadınlarda meme kanseri tedavisinde oldukça bahsi geçen bir bileşiktir. Bu çalışmada bizim çalışmamıza paralel olarak farklı ışık şiddetleri uygulanan soya bitkisinde hangi bileşiklerin ne miktarda üretildiğine ne kadar hayati bir rol oynadığını destekler niteliktedir (Lim ve ark., 2023).

Lee ve Lee, (2000)'nin kültür pirinci (çeltik) bitkisiyle yaptıkları çalışmada yapraklardaki SOD aktivitesinin çevre şartlarına bağlı olarak nasıl değiştiğini bulmuşlardır. GR aktivitesinin dereceli olarak artış gösterdiği, fakat buradaki enzim aktivitesinin oranı stres uygulaması sırasındaki enzim düzeyinin altında olduğu ölçülmüştür (Lee ve Lee, 2000). Çevre şartlarından dolayı GR düzeylerinin farklı şekilde etkilendiğini ortaya koyan önemli çalışmalar bulunmaktadır. (Walker ve McKersie, 1993; Kubo ve ark. 1999; Lee ve Lee, 2000; 2002; Doğan, 2004).

Kültür pirinci (çeltikte) enzim aktivitelerinin düştüğünü ölçmüşlerdir. (Fadzillah ve ark, 1996; Chattopadhyay ve ark., 2002). Çevre şartlarının olumsuz etkilerinden dolayı GR' da ki artışa bakarak, sistemin, savunma mekanizmasını aktif hale getirdiğini söyleyebiliriz. Sonuçlar, katalaz aktivitesindeki değişimlerin bazı

bitkiler için belirgin olduğunu göstermektedir. Katalaz aktivitesine bakılarak çevre şartlarında toleransın önemli ölçüde arttığını söyleyebiliriz.

Askorbat peroksidaz aktivitesinin ışık şiddetlerine bağlı olarak çeltik fidelerinde arttığı bulunmuştur (Fadzillah,1996). Askorbik asit için daha az spesifik olup kloroplastik olmayan ve başlıca hücre duvarlarında ve sitoplazmada lokalize olan askorbat peroksidaz (APX) (Asada, 1992; Hernandez ve Almonsa 2002), aktivitesi önemli ölçüde azalmıştır. Çalışmada, soya yapraklarındaki APX aktivitesinin çevre şartlarına bağlı olarak giderek azaldığı saptanmıştır (Scebba ve ark., 1998; Ben-Amor ve ark., 2006). Askorbat peroksidaz aktivitesinin şartlara bağlı olarak azalması ve olumsuz şartların ortadan kalkmasıyla artacağı, strese karşı toleransın olumlu yönde etkilendiğini gösteren bir başka sonuç olmuştur (Gaspar ve ark., 1985; Mittova ve ark., 2004).

6. SONUÇLAR

Ülkemiz iklim koşulları açısından soya yetiştirme konusunda elverişli bir konuma sahiptir. Klorofil, antosiyanin, MDA, katalaz, glutatyon redüktaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutazın diğer parametreler le birlikte değerlendirildiğinde, daha önce soya bitkisi üzerinde farklı ışık ortamında enzim miktarı bakımından bir çalışma yapılmamış olması, bundan sonra yapılacak çalışmalara kaynak oluşturması bakımından önemli olduğunu düşünüyoruz. Analizlerin değerlendirilmesi sonucu 7 farklı ışık ortamında yetiştirilen soyada bazı enzim miktarının yüksek olduğu anlaşılmıştır. Bütün parametreler birlikte değerlendirildiğinde pozitif yönde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Dünya sağlık örgütü verilerine göre soyada tespit edilen parametreler önemli bir özellik arz etmektedir.

Soya bitkisinde yapılan bu çalışmada farklı ışık çeşitlerinin bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkisiyle beraber bitkinin toleransında aldıkları rol aydınlatılmıştır. Özellikle kırmızı ışığın dirençsiz bitkilere bir direnç sağladığı, çevre şartlarına karşı bitkinin dayanıklılığını arttırdığını, klorofil ve antosiyanin miktarında artışa neden olduğu, MDA miktarına azalışa sebep olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, çalışmalar farklı ışık uygulaması ile lipit peroksidasyonunu artırdığı yönündedir. Farklı ışık bitkilerdeki birçok biyolojik olayı etkilemektedir. Örneğin; büyüme, çimlenme gelişme, fotosentez hücre bölünmesi gibi biyolojik etmenler üzerinde etkisi bulunmaktadır (Bressan, 2008).

Lipit peroksidasyon ölçümlerinin soyada, kontrolden düşük çıkması bu bitkinin stres faktörlerinden ve olumsuz çevre şartlarından oldukça çok etkilenmediği sonucunu ortaya koymaktadır. Ayrıca serbest radikal oluşumunda yüksek olma ihtimali sonucuna da varılmaktadır. Çevre şartlarının olumsuz sonuçlarına bağlı olarak soya hücre zarlarında MDA değerinin yükselmesi oksidatif hasarın oluşumunun bir göstergesidir. Yapılan bu çalışmada kontrol bitkileri göz önüne alınıp değerlendirildiğinde, kırmızı ışık ile MDA arasında negatif bir ilişki olduğu görülmüştür. Kırmızı ışığın uygulanmasıyla lipit peroksidasyonunda meydana gelen azalma, birkaç mekanizma ile hücre zarlarındaki hasarının azaldığını göstermektedir. MDA değerinin soyada değişmesinin diğer bir nedeni ise, farklı ışık uygulaması ile bitkiler su seviyelerini dengede tutabilmek için osmotik potansiyellerini düşürdükleri fark edilmiştir. Farklı ışık uygulandığında MDA miktarının azalması ve klorofil seviyesinin artmış olması zamana bağlı ilerleyen günlerde MDA ve klorofil seviyesi farklı oranlarda değişmiş ve ışığa farklı cevaplar verdiği görülmüştür. Hücre hasarının zamanla azalması, ışığın MDA üzerinde etkili olduğunu ve buna bağlı

olarak MDA miktarının da azaldığını söyleyebiliriz. Önceki yapılan çalışmalarda, soya bitkisinin yapraklarında optimum malondialdehit değerler arasında olduğu (Bergman, 1993). Bizim yaptığımız çalışmada sonuçlar aynı yöndedir.

Yukarıda yapılan araştırmalar göz önüne alındığında yapacağımız çalışmamıza konu olacak farklı renkteki ışık konusunun hiç çalışılmadığı dolayısı ile ilgili literatürde bulunan eksiklikler sebebiyle önemli bir araştırma olacağı düşünülmektedir. Bu çalışma bilimsel çalışmalara kaynaklık etmesi açısından önemlidir. Aynı zamanda soya fasulyesi yetiştiriciliğinde ışık kalitesinin, enzim miktarına, klorofil ve antosiyanin pigmentlerine ve MDA oranına olumlu sebeplerinin belirlenmesi ve verim kaybının en aza indirilmesi amacıyla ekonomik açıdan önemlidir.

Yapılan çalışmada sonuç olarak, ışığın kalitesinin soya (*Glycine max* L.) bitkisinde metabolik ve fizyolojik özellikleri üzerinde pozitif etkiler yaptığı, bitkinin olumsuz koşullarda toleransını belirli ölçülerde arttırdığı gözlemlenmiştir. Uygulamada kullanılan farklı ışık bitkinin metabolik ve fizyolojik olaylarına pozitif bir etki sağlayabilmesi için kullanılan 13500 lükslük ışığın yeterli olduğu yönündedir. 13500 lükslük miktarın üstüne çıktığında bitkide yaşamsal faaliyetlerin arttığı görülmüştür. Bu durumda soya bitkisi farklı ışık oranlarına vereceği cevap farklı olmakla birlikte, kırmızı ışığın yüksek doz miktarının daha iyi bir etki yaptığına. Düşük lüks oranlarında ise kırmızı ışığın bitkide olumlu etkilerinin azaldığı söylenebilir. Bitkide olumsuz etmenlere karşı korucuyu görevde yer alan klorofil, antosiyanin ve MDA, bitki gelişiminde oldukça önemlidir. Ayrıca birim alandan verimli ürünler alabilmek için ışık stresine dayanıklı bitki türleri, toprak kalitesi gibi faktörlerde bitki yetişmesi ve verimli ürün elde edebilmek için önem arz etmektedir. Netice olarak kırmızı, turuncu ve sarı renklerin bitki büyüme gelişme ve enzim aktivitelerinde belirleyici tolerans artırıcı etki yapacağı söylenebilir.

7. ÖNERİLER

Çalışmamızın, soyadan en iyi verimi almak isteyen, çiftçi, araştırmacılara ışık tutacağına inanıyoruz. Soya hemen hemen her yerde rahatça çıkabilen bir bitkidir. Fakat içindeki enzim aktiviteleri için ışık hayatidir. İşte bu bağlamda önerimiz, soyadan ne elde etmek istiyorsanız, ona göre bir yetiştirme politikası yapmalısınız. Her farklı sıcaklık ve her farklı ışık şiddeti soyanın bünyesinde birbirinden farklı enzimlerin aktivitelerini düzenler. Bu sebeple bu enzim aktivitelerini iyi takip etmeli, çalışmanın hedefine göre soya uygun koşullarda yetiştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Alasalvar, C., Odabasi, A. Z., Demir, N., Balaban, M. Ö., Shahidi, F., & Cadwallader, K.R., 2004. Volatiles and flavor of five Turkish hazelnut varieties as evaluated by descriptive sensory analysis, electronic nose, and dynamic headspace analysis/gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Food Science*, 69(3): 99-106.
- Li Y., Zhang Y., Li M., Lou Q., Mallano I.A., Jing Y., Zhang Y., Zhao L., Li W., 2018. Gmplp1, A pas/lov protein, functions as a possible new type of blue light photoreceptor in soybean, *Gene*, Volume 645, Pages 170-178.
- Almeida M.G., Costa C.A., Batista F.P., Junqueira B.V., Rodrigues A.A., Santos D.C.E., Vieira A.D., Oliveira M.M., Silva A.A., 2021. Can light intensity modulate the physiological, anatomical, and reproductive responses of soybean plants to water deficit? *Physiologia Plantarum*, 172; 2; 1301-1320. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pp1.13360>
- Andersen Øm., Jordheim M., Byamukama R., Mbabazi A., Ogweng G., Skaar I., Kiremire B. 2010. Anthocyanins with unusual furanose sugar (apiose) from leaves of *Synadenium grantii* (Euphorbiaceae). *Phytochemistry*; 71(13): 1558–63. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942210002190?via%3Dihub>
- Asada, K. 1992. Ascorbate peroxidase: A hydrogen peroxide scavenging enzyme in plants. *Physiologia Plantarum*, Volume 85, Pages 235-241. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1992.tb04728.x>
- Aslan, M., İşler, N., Çalışkan, S. ve Arnoğlu, H. 2005. Doğu Akdeniz Koşullarında Tarımı Yapılabilecek Yüksek Verim Potansiyeline Sahip Yer fıstığı Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Ç.Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 20(2), 75-82. https://www.researchgate.net/publication/289537738_Dogu_Akdeniz_kosullarinda_tarimi_yapilabilecek_yuksek_verim_potansiyelli_yerfistigi_cesitlerinin_belirlenmesi
- Bakal H., Arnoğlu H., Güllüoğlu L., Kurt C., Zaimoğlu., Onat F., 2016. İkinci Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Soya Çeşitlerinin Önemli Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel sayı-2), 125 - 130.
- Bakoğlu, A., & Ayçiçek, M., 2005. Elazığ Şartlarında Soya fasulyesinin (*Glycine max.* L.) Tarımsal Özellikleri Ve Tohum Verimi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* , vol.1, no.17, 52-58.
- Barroso C.G, Espada-Bellido E., Ferreira-González M., Carrera C., Palma M. Barbero G.F, 2017. Optimization of the ultrasound-assisted extraction of anthocyanins and total phenolic compounds in mulberry (*Morus nigra*) Pulp. *Food Chem.* 219:23-32. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814616315175?via%3Dihub>
- Bates, L.S., Waldren, R.P. & Teare, I.D, 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil* **39**, 205–207

<https://doi.org/10.1007/BF00018060>

- Bergman K., Ciampatti A.I., Sexton P., & Kovacs P., 2021. Fungicide, insecticide, and foliar fertilizer effect on soybean yield, seed composition, and canopy retention, *Agrosystems, Geosciences & Environment* Volume 4, Issue 2, <https://doi.org/10.1002/agg2.20116>
- Boyer B. C., 1968., *Newton on Calculus, Algebra, and Geometry: The Mathematical Papers of Isaac Newton. Vol. 2, 1667-1670.* D. T. Whiteside, Ed. Cambridge University Press,, 1968, Science159,1345-1346. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.159.3821.1345.b>
- Bressan, R.A., 2008. “Stress Physiology”. Editors: Taiz. L. And Zeiger. E., Translation Editor: Türkan D., Palme Publishing. Ankara, 591-620
- Britanica, Science, Biology, Life Cycle, Processes & Properties, Flavonoid Article Page, <https://www.britannica.com/science/flavonoid>
- Buchner E., 1997. Alcoholic fermentation without yeast cells reprinted from new beer in an old bottle: eduard buchner and the growth of biochemical knowledge, Pp. 25-31, Ed. A. Cornish-Bowden, Universitat De València, Valencia, Spain. <http://mechanism.ucsd.edu/teaching/w22/Phil147/buchner.1897.pdf>
- Büyük İ, Soydam-Aydın S, Aras S., 2012 Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hij Den Biyol Derg*, ; 69(2): 97-110. https://jag.journalagent.com/turkhijyen/pdfs/THDBD_69_2_97_110.pdf
- Cakmak, I. And Marschner, H., 1992. Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiol.* 98, 1222–1227. <https://doi.org/10.1104%2Fpp.98.4.1222>
- Cemeroğlu, B., 2007. *Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34.* Ankara. 535 sayfa.
- Chattopadhyay, C.; Meena, P. D.; Awasthi, R. P.; Sailesh Godika; Gupta, J.C.; Sandhu, P.S.; Rajendra Prasad, Singh, H.K. & Gaur, R.B., 2007. Bio-management of major diseases of Indian mustard. *J. Mycol. Pl. Pathol.* 37: 569-570 https://www.researchgate.net/publication/279998913_Chattopadhyay_C_Meena_P_D_Awasthi_R_P_Sailesh_Godika_Gupta_JC_Sandhu_PS_Rajendra_Prasad_Singh_HK_and_Gaur_RB_2007_Bio-management_of_major_diseases_of_Indian_mustard_J_Mycol_Pl_Pathol_37_569-570
- Chun-ying, D. 2011. Impacts of climate change on development and yield of soybean over past 30 years in Heilongjiang province.
- Doğan, M., & Avu, A., 2013. Kuraklık stresine karşı borun antioksidant enzimlere etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(1), 94-103.
- Doğan M., 2012 . Azot Uygulamasının Tuz Stresi Ve Antioksidan Enzim Aktivitesine Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16-3 (2012), 297-306. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article->

file/193896

- Doğan M., 2004. Domates (*Lycopersiconsp.*)’Te Tuz Stresinin Bazı Fizyolojik Parametreler Ve Antioksidant Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri, HÜ Fen Bil. Ens. Biyoloji Anabilim Dalı (Doktora Tezi), S105 Tez No:155420 YÖK Tez Merkezi
- Doğan M., Baran A., 2014. Tuz Stresi Uygulanan Soyada (*Glycine max L.*) Salisilik asidin fizyolojik etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 18(1), 78-84.
- Ellis., 1995. Estimation of cardinal temperature and thermal timer requirements for nationally registered cultivars of phaseolus beans (Doktora Tezi), 26, 2:105
- Engelmann, T.W., 1883 *Bacterium photometricum*. *Pflüger, Arch.* **30**, 95–124. <https://doi.org/10.1007/BF01674325>
- Fadzillah N.M., Gill V, Robert P. F. & Burdon R.H., 1996. Chilling, oxidative stress and antioxidant responses in shoot cultures of rice, *Planta*, Volume 199, Pages 552–556. <https://www.jstor.org/stable/23384368#:~:text=https%3A//www.jstor.org/stable/23384368>
- Fuleki T., & Francis F.J., 1968. Quantitative methods for anthocyanins, *Food Science*, volume 33, Issue 1, Pages 72-77. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1968.tb00887.x>
- Garkın, S., & Göktaş, A., 2011. Farklı üzümü meyve türlerinde yaprak klorofil miktarının belirlenmesi. GAP VI. Tarım Kongresi 09-12 Mayıs 2011, Poster Bildiri, Şanlıurfa https://ziraat.harran.edu.tr/assets/uploads/other/files/ziraat/files/Dekanl%C4%B1k/KONGRELER/6_GAP_VI_TARIM_KONGRES%C4%B0.pdf
- Gaspar T., Penel C., Federico J. Castillo, & Greppin H., 2006. A two-step control of basic and acidic peroxidases and its significance for growth and development, *Physiologia Plantarum*, Volume 126, Issue 3, , Pages 446-457 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-3054.1985.tb03362.x>
- Güllüoğlu L., Arioğlu H., 2005. Harran Ovası koşullarında bazı bitki büyüme düzenleyici uygulamalarının ikinci ürün soyada (*Glycine max Merrill.*) önemli tarımsal özellikler üzerine etkilerinin belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2), 37 – 43.
- Heckmann, C. M., & Paradisi, F. 2020. Looking Back: A Short History of the Discovery of Enzymes and How They Became Powerful Chemical Tools. *ChemCatChem*, **12**(24),6082–6102. <https://doi.org/10.1002/cctc.202001107>
- Hernandes A.J., & Almansa S.M., 2002. Short term effects of salt stress on antioxidant systems and leaf water relations of pea leaves, *Physiologia Plantarum* Volume 115, Issue, June 2, Pages 251-257 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1034/j.1399-3054.2002.1150211.x>
- Hill R., 1937 Oxygen evolved by isolated chloroplasts, *Nature*, Volume 139, Pages

- Hoyt, P.B., 1966. Chlorophyll-type compounds in soil. *Plant Soil* 25, 167–180 .
<https://doi.org/10.1007/BF01347816>
- Huang Y., & Zhou W., 2019. Microencapsulation of anthocyanins through two-step emulsification and release characteristics during in vitro digestion, *Food Chem. Apr* 25:278:357-363. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.073>
- İşler N., Söğüt T. , Çalışkan M. E., 1997. Bazı soya çeşitlerinin Diyarbakır bölgesi II. ürün koşullarındaki önemli tarımsal ve bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2): 81-90
- Jumrani, K., Bhatia, V.S., 2020. Influence of different light intensities on specific leaf weight, stomatal density photosynthesis and seed yield in soybean. *Plant Physiol. Rep.* 25, 277–283 . <https://doi.org/10.1007/s40502-020-00508-6>
- Kendall, E.J. and McKersie, B.D. 1989, Free radical and freezing injury to cell membranes of winter wheat. *Physiologia Plantarum*, 76: 86-94. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1989.tb05457.x>
- Koh, J., Xu, Z., & Wicker, L. 2020. Blueberry pectin and increased anthocyanins stability under in vitro digestion. *Food chemistry*, 302, 125343. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125343>
- Kohler R., 1971. The background to Eduard Buchner's discovery of cell-free fermentation. *J Hist Biol.* 1971. Spring; 4:35-61. <https://doi.org/10.1007/BF00356976> . PMID: 11609437
- Kubo, A., Aono, M., Nakajima, N., Saji, H., Tanaka, K. Ve Kondo, N. 1999. Differential responses in activity of antioxidant enzymes to different environmental stresses in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Plant Research*. 112, 1107, 279-290.
- Lee DH, Lee CB., 2000. Chilling stress-induced changes of antioxidant enzymes in the leaves of cucumber: in gel enzyme activity assays. *Plant Sci.* Oct. 16;159(1):75-85. [https://doi.org/10.1016/s0168-9452\(00\)00326-5](https://doi.org/10.1016/s0168-9452(00)00326-5) PMID: 11011095.
- Lichtenthaler, H. & Wellburn, A., 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 603, 591-592. <https://doi.org/10.1042/bst0110591>
- Lim J.Y., Kwon J.S., Eom J S., 2023. *Front. Plant Sci.*, 01 March, Sec. Plant Metabolism And Chemodiversity, Volume 14 – 202, <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1227424>
- Lutts S., Kinet M., Bouharmont J., 1996. NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance, *Annals of Botany*, Volume 78, Issue 3, Pages 389–398. <https://doi.org/10.1006/anbo.1996.0134>
- Mittova V., Guy M., Tal M., Volokita M., 2004. A two-step control of basic and acidic peroxidases and its significance for growth and development, *Journal*

- Of Experimental Botany , Volume 55, Issue 399, Pages 1105–1113.
<https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1985.tb03362.x>
- Oidaire H., Sano S., Koshiha T., Ushimaru T., 2000. Enhancement of antioxidative enzyme activities in chilled rice seedlings, Journal Of Plant Physiology, Volume 156, Issues 5–6, Pages 811-813. ISSN 0176-1617
[https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(00\)80254-0](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(00)80254-0)
- Öner T., Ekim, 2006. İstatistik Şubesi, Soya Sektör Raporu
- Runkle E., 2016. Red light and plant growth, technically speaking., parkia biglobosa plants parts: phytochemical, antimicrobial, toxicity and antioxidant characteristics. Journal Of Natural Science Research, pages 50.
<https://www.canr.msu.edu/uploads/resources/pdfs/red-light.pdf>
- Scebba F., Sebastiani L., Vitagliano C., 1998. Changes in activity of antioxidative enzymes in wheat (*Triticum aestivum*) seedlings under cold acclimation, Physiologia Plantarum., Volume 104., Issue 4., December, Pages 747-752.
<https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1998.1040433.x>
- Senebier J. 1782. Mémoires physico-chimiques sur l'influence de la lumière solaire pour modifier les etres des trois règnes de la nature, et surtout ceux du règne végétal. 3 Volumes, B. Chirol, Genève. <https://play.google.com/books/reader?id=tqxMMW1sjZ8C&pg=GBS.PA26&hl=tr>
- Sincik, M., Oral, H. S., Göksoy, T., Turan, Z. M., 2008. Farklı Soya Fasulyesi (*Glycine max* L. Merr.) Hatlarının Bursa Ekolojik Koşullarında Bazı Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1), 55-62. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/154067>
- Tateno M., & Tanedo H., 2007. Photosynthetically versatile thin shade leaves: a paradox of irradiance-response curves., Photosynthetica 45(2):299-302
<https://ps.ueb.cas.cz/pdfs/phs/2007/02/23.pdf>
- Tayyar Ş., & Gül K.M., 2007. Bazı Soya Fasulyesi (*Glycine max* L. Merr.) Genotiplerinin Ana Ürün Olarak Biga Şartlarındaki Performansları Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 17(2): 55-59. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/204841>
- Turan, M., Sökmen, A., Karadayı. K., Polat, Z.A., Şen, M., 2010. Sivas yöresine özgü bazı bitki özütlerinin anti neoplastik etkileri. Cumhuriyet Tıp Derg 32: 9-18. <http://cmj.cumhuriyet.edu.tr/en/download/article-file/47654>
- Türkoğlu, M. ., Yenici, E. ., İşmen, A. ., Kaya, S. . 2004. Çanakkale Boğazı'nda nütrient ve klorofil-a düzeylerinde meydana gelen aylık değişimler. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 21(1).
<http://www.egejfas.org/tr/download/article-file/57874>
- Walker M.A., Mckersie B.D., 1993. Role Of The Ascorbate- glutathione antioxidant system in chilling resistance of tomato, Journal Of Plant Physiology, Volume 141, Issue 2, Feb. Pages 234-239, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161711807662?via%3Dihub>

- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., & Prior, R. L. 2006. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(11), 4069–4075. <https://doi.org/10.1021/jf0603001>
- Yao X., Zhou H., Zhu Q., Li C., Zhang H., Wu J.J., Xie F., 2017. Photosynthetic response of soybean leaf to wide light-fluctuation in maize-soybean intercropping system. *Plant Sci.*, 28, Sept. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01695>
- Yılmaz A., Beyyavaş V., Cevheri İ.C., Haliloğlu H., 2005. Harran Ovası Ekolojisinde İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Bazı Soya (*Glycine max*L. Merrill.) Çeşit Ve Genotiplerinin Belirlenmesi Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Yıl: 2005 Cilt: 9: 2: 55- 61.
- Zhang W., Curtin C., Kikuchi M., Franco C., 2002., Integration of jasmonic acid and light irradiation for enhancement of anthocyanin biosynthesis in *Vitis vinifera* suspension cultures, *Plant Science*, Volume 162, Issue 3, Pages 459-468, ISSN 0168-9452, [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(01\)00586-6](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(01)00586-6)

2- Odabaşıoğlu C., Doğan M., Kılınçoğlu N., opur O., Sedetaltun Y., 2020. Harran Ovası Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Su Seviyelerinin Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik Parametrelere Etkisi. 2nd International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2020) October 07-09, 2020 / Gaziantep, Turkey.

3- Doğan M., Sedetaltun Y. 2022. Antep Fıstığı (*Pistacia vera* L.) Kabuklarının Soya'nın (*Glycine max* L.) Büyüme ve Gelişimine etkisi. 4. International Palandöken Scientific Studies Congress. 28-29 April 2022. Erzurum, Turkey.

4- Dogan M., Sedetaltun Y. 2022. The Effects of Salt Stress and Salicylic Acid on Proline and antioxidant Enzymes in Soybean (*Glycine max.* L. CV. "A3935") Leaves. Cukurova 8 th Internaional Scientific Researches Conference 15-17 April, Adana, Turkey.

D. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Doğan , M., Odabaşıoğlu İ., Sedetaltun Y., 2020. Harran Ovası Koşullarında Farklı Azot Dozları ve Su Seviyelerinin Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik Parametrelere Etkisi. Icontech International Journal Of Surveys, Engineering, Technology, 14(2948-68.

2- Doğan, M., Sedetaltun Y., Odabaşıoğlu C., Odabaşıoğlu, M.İ. 2021. Şanlıurfa İli Çevresinde Yetişen Papatya (*Matricaria chamomilla* (L.) Türlerinde Enzim Miktar Tayini. SDÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.