

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

**ANTALYA KOŞULLARINDA SERA ÖRTÜ MALZEMESİ OLARAK
KULLANILAN POLİETİLEN ÖRTÜLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ İLE IŞINIM
GEÇİRGENLİĞİNİN BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Nefise Yasemin EMEKLİ

**DOKTORA TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

2014

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

**ANTALYA KOŞULLARINDA SERA ÖRTÜ MALZEMESİ OLARAK
KULLANILAN POLİETİLEN ÖRTÜLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ İLE IŞINIM
GEÇİRGENLİĞİNİN BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Nefise Yasemin EMEKLİ

**DOKTORA TEZİ
TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI**

**Bu tez 2011.03.0121.013 proje numarası ile Akdeniz Üniversitesi Bilimsel
Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir**

2014

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANTALYA KOŞULLARINDA SERA ÖRTÜ MALZEMESİ OLARAK
KULLANILAN POLİETİLEN ÖRTÜLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ İLE IŞINIM
GEÇİRGENLİĞİNİN BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Nefise Yasemin EMEKLİ

DOKTORA TEZİ

TARIMSAL YAPILAR VE SULAMA ANABİLİM DALI

Bu tez 27/05/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ (Danışman)

: 

Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ

: 

Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ

: 

Doç. Dr. Murad ÇANAKCI

: 

Doç. Dr. Berna KENDİRLİ

: 

ÖZET

ANTALYA KOŞULLARINDA SERA ÖRTÜ MALZEMESİ OLARAK KULLANILAN POLİETİLEN ÖRTÜLERİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ İLE IŞINIM GEÇİRGENLİĞİNİN BİTKİ GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Nefise Yasemin EMEKLİ

Doktora Tezi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ

İkinci Danışman: Prof. Dr. Ali BAŞÇETİNÇELİK

Mayıs 2014, 146 sayfa

Bu çalışmada, CO-EX teknolojisi ile üretilen çok katlı CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı iki farklı sera örtü malzemesinin 24 aylık kullanım süresi boyunca bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin zamana bağlı değişimi ile bu örtü malzemelerinin ışınım geçirgenliğinin bitki gelişimi üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisinde, 20 m² (4x5 m) taban alanlı 4 adet model plastik örtülü araştırma serasında 2011-2013 yılları arasında yürütülmüştür.

Araştırmada, sera örtü malzemelerinin fiziksel özellikleri olarak toplam ışınım geçirgenliği ve fotosentetik etkin ışınım (PAR) geçirgenliği belirlenmiştir. Araştırma kapsamında incelenen iki farklı sera örtü malzemesi 2 tekerrürlü olarak 4 adet araştırma serasında 2011 yılı Kasım ayı ile 2013 yılı Kasım ayları arasında denemeye alınmıştır. Sera örtü malzemelerinin toplam ışınım ve PAR geçirgenliklerinin belirlenmesinde aylara bağlı olarak açık gökyüzü koşulları ve saat 06:00-18:00 zaman aralığı dikkate alınmıştır. Sera örtü malzemelerinin toplam ışınım ve PAR geçirgenlikleri sera içinde yatay düzleme ulaşan ışınım enerjisinin (W. m⁻²) sera dışında yatay düzleme ulaşan ışınım enerjisine (W. m⁻²) oranlaması ile saptanmıştır.

Araştırmada, sera örtü malzemelerinin mekanik özellikleri olarak darbe dayanımı, çekme dayanımı ve kopma uzaması gibi bazı mukavemet dayanım değerleri İMECE Plastik A. Ş.'nin test laboratuvarında TSE standartlarına uygun olarak yapılan testlerle belirlenmiştir.

Çalışmada, farklı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliklerinin bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2011-2012 ve 2012-2013 yılı güz ve bahar dönemi olmak üzere 2 yıl serada domates yetiştiriciliği yapılmıştır ve her bir üretim döneminde bitkilerin seraya dikiminden hasada kadar olan yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınım (W. m⁻²) düzeyleri belirlenmiştir. Ayrıca her bir araştırma serasında 6 bitki seçilerek 15 gün aralıklarla izlenmiş ve gözlem bitkilerindeki vejetatif gelişim parametreleri (bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı), verim ve meyve kalite parametreleri (ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve suyunda EC ve pH, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) belirlenmiştir.

Çalışmada, farklı sera örtü malzemeleri altında gerçekleşen sera içi çevre koşulları incelenmiştir. Sera iç-dış ortam sıcaklık ve bağıl nem ölçümleri toplam ışınım ve PAR ölçümlerinin gerçekleştirildiği açık gökyüzü koşulları için gün boyunca 24 saatlik zaman aralığına göre saptanmıştır.

Araştırmada, CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin başlangıç (Kasım 2011 (1. Ay)) toplam ışınım geçirgenlik değerlerinin sırasıyla % 92.7 ve % 83.6 olduğu saptanmıştır. Kullanım ömrünün bitimi (24. Ay) ile anılan örtü malzemelerinin geçirgenlik kaybının sırasıyla % 7.3 ve % 13.2 oranında azaldığı belirlenmiştir. Çalışmada, CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin başlangıç (Kasım 2011 (1. Ay)) PAR geçirgenlik değerlerinin sırasıyla % 80.1 ve % 83.0 olduğu saptanmıştır. Kullanım ömrünün bitimi (24. Ay) ile anılan örtü malzemelerinin geçirgenlik kaybının sırasıyla % 11.2 ve % 14.0 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Araştırmada, CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin başlangıç darbe dayanımları sırasıyla 1161.4 g ve 1164.1 g iken, anılan değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda 632.5 g ve 713.0 g olduğu saptanmıştır. Kullanım ömrü sonunda başlangıç darbe dayanım mukavemetlerinin sırasıyla % 45.5 ve % 38.8 oranında azaldığı belirlenmiştir.

Araştırmada, CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin başlangıç çekme dayanımları makine işleniş yönünde (MD) sırasıyla 21.2 N mm⁻² ve 18.9 N mm⁻² olduğu saptanmıştır. Anılan değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda 20.5 N mm⁻² ve 17.3 N mm⁻² iken, 24 aylık bir periyodun sonunda % 3.3 ve % 8.5 oranında azaldığı saptanmıştır. CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin başlangıç çekme dayanımlarının makine işleniş yönünün tersi yönünde (TD) sırasıyla 17.6 N mm⁻² ve 20.7 N mm⁻² olarak ölçülmüştür. Belirtilen değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda 16.9 N mm⁻² ve 16.7 N mm⁻² olduğu belirlenmiştir. Değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda sırasıyla % 4.0 ve % 19.3 oranında azaldığı saptanmıştır.

Çalışmada, CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarından elde edilen sera iç ve dış ortam sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin deneme süresince genellikle bitkisel üretim için uygun sınırlar arasında değiştiği belirlenmiştir.

Araştırmada, CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin bitki gelişimi üzerine etkisi incelendiğinde bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınımın enerjilerinin vejetatif gelişim parametreleri, verim ve meyve kalite parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Sera örtü malzemesi, toplam ışınım, fotosentetik etkin ışınım, mekanik özellikler, yaşlanma, bitki gelişimi.

JÜRİ: Yrd. Doç. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ (Danışman)
Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ
Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ
Doç. Dr. Murad ÇANAKCI
Doç. Dr. Berna KENDİRLİ

ABSTRACT

TIME BASED CHANGINGS ON SOME PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF DIFFERENT POLYETHYLENE COVERINGS USED AS GREENHOUSE COVERING MATERIAL AND LIGHT TRANSMITTANCE EFFECT ON CROP GROWING UNDER ANTALYA CONDITIONS

Nefise Yasemin EMEKLİ

PhD Thesis in Agricultural Structures and Irrigation

Supervisors: Assist. Prof. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ

Prof. Dr. Ali BAŞÇETİNCİLİK

May 2014, 146 pages

In this study, some physical and mechanical properties changings during the useful life of greenhouse covering materials for 24 months produced by CO-EX technology with multi-layered CO-EX UV+IR+EVA and UV+IR+EVA+AF additives was investigated and the effect of light transmissions on crop growing. This experiment was conducted at Akdeniz University Agricultural Faculty Research and Application Field during the time of 2011-2013 years. Four model greenhouses which has 20 m² (4x5 m) floor area were used.

As physical properties, global radiation and photosynthetically active radiation (PAR) transmittance of greenhouse covering materials were determined. Two different greenhouse covering materials were examined with two replications as four model greenhouses from November 2011 to November 2013. 06:00-18:00 time period in five open sky days was considered for determination of greenhouse covering materials global radiation and photosynthetically active radiation (PAR) transmittance as monthly. Global radiation and PAR transmittance of plastic films were determined by inside and outside radiation ratio.

Greenhouse covering material mechanical specifications such as impact resistance, tensile strength and elongation at break were determined according to TSE standarts in the labortory of IMECE Plastic Inc..

Tomato growing was realized during 2 years (2011-2012 and 2012-1013 fall and spring seasons) for determining the effect of global radiation tranmittance on crop growing. Daily mean global radiation (W m⁻²) received by crops were determined during each growing period. Furthermore, crops were selected in each greenhouse as 6 replicated and the crops were monitored 15 days intervals. Vegetative growing parameters (crop height, body thickness, leaf number), yield and fruit quality parameters (average fruit weight and size, EC and pH of fruit juice, water soluble dry matter) were measured.

In this research, greenhouse environment conditions were also investigated. The temperature and relative humidity were measured along 24 hours at selected open sky days for global radiation and PAR measurements.

Initial global radiation transmittance of CO-EX UV+IR+EVA added PE and CO-EX UV+IR+EVA+AF added PE greenhouse covering materials were determined as 92.7% and 83.6%, respectively. The plastic films of type UV+IR+EVA and UV+IR+EVA+AF had losses of global radiation transmission of 7.3 % and 13.2 % at the end of the useful life, respectively. Initial PAR transmittance of CO-EX UV+IR+EVA added PE and CO-EX UV+IR+EVA+AF added PE greenhouse covering materials were determined as 80.1% and 83%, respectively. The plastic films of type UV+IR+EVA and UV+IR+EVA+AF had losses of PAR transmission of 11.2 % and 14.0 % at the end of useful life, respectively.

Initial impact resistance of CO-EX UV+IR+EVA added PE and CO-EX UV+IR+EVA+AF added PE greenhouse covering materials were determined as 1161.4 g and 1164.1 g, respectively. These values were determined as 632.5 g and 713.0 g after 24 months. As a result, impact resistance of the plastic films reduced as 45.5 % and 38.8 %, respectively.

Initial tensile strength at machine direction (MD) of CO-EX UV+IR+EVA added PE and CO-EX UV+IR+EVA+AF added PE greenhouse covering materials were determined as 21.2 N mm⁻² and 18.9 N mm⁻², respectively. These values were determined as 20.5 N mm⁻² and 17.3 N mm⁻² after 24 months. As a result, tensile strength at MD of the plastic films reduced as 3.3 % and 8.5 %, respectively. Initial tensile strength at transverse direction (TD) of CO-EX UV+IR+EVA added PE and CO-EX UV+IR+EVA+AF added PE greenhouse covering materials were measured as 17.6 N mm⁻² and 20.7 N mm⁻², respectively. These values were determined as 16.9 N mm⁻² and 16.7 N mm⁻² after 24 months. As a result, tensile strength at TD of the plastic films reduced as 4.0 % and 19.3 %, respectively.

Greenhouses inside and outside temperatures and relative humidity values were changed in suitable levels for crop growing during experiment.

CO-EX UV+IR+EVA and UV+IR+EVA+AF added PE films global radiation transmittance did not effect on vegetative growing, yield and fruit quality as statistically.

KEYWORDS: Greenhouse covering material, global radiation, photosynthetically active radiation, mechanical properties, aging, crop growing.

COMMITTEE: Asst. Prof. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ (Supervisor)
Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ
Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ
Assoc. Prof. Dr. Murad ÇANAKCI
Assoc. Prof. Dr. Berna KENDİRLİ

ÖNSÖZ

Seralar, dış atmosfer koşullarının bitkisel üretime olanak vermediği yer ve zamanlarda bitkisel üretim için gerekli ışık, sıcaklık, nem, havanın CO₂ konsantrasyonu ve hava hareketi gibi çevre koşullarının kontrollü bir şekilde sağlandığı tarımsal yapılardır. Seraların açık tarla tarımına göre en önemli avantajı tarımda dış ortam klimatolojisine bağlı olmadan veya kısmen bağlı kalarak birim alandan daha fazla ürün alınmasını sağlamasıdır.

Seralarda bitki gelişimi ve bitkisel üretimi etkileyen başlıca faktör güneş ışınımı ile 400 ve 700 nm arasında değişen fotosentez için etkin ışınım (PAR). Nitekim Almanya, Hollanda gibi bazı dünya ülkelerinde günlük ortalama güneşlenme düzeyinin yetersiz olması nedeniyle, serada bitkisel üretim amacıyla yeterli ışığı sağlayabilmek için ilk yatırım ve işletme giderlerinin yüksek olduğu yapay aydınlatma sistemleri kullanılmaktadır. Sera içerisine ulaşan güneş ışınım miktarı sera tasarımına, örtü malzemesinin özelliklerine ve hava koşullarına bağlı olarak değişir. Örtü malzemesinin özellikleri sera içerisinde bitkiler için uygun ekolojinin sağlanmasında en önemli faktördür. Serada örtü malzemesi olarak cam veya plastik malzeme kullanılmaktadır. Tüm dünyada ve Türkiye'de plastik malzeme ucuz olması nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir sera örtü malzemesidir. Sera yapısı için uygun örtü malzemesinin seçiminde örtünün fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra, anılan özelliklerin zamana bağlı değişimi dikkate alınmalıdır. Dünyada ve Türkiye'de cam veya plastik malzemenin özel olarak sera örtü malzemesi olarak kullanımına ilişkin standart çok az bulunmaktadır. Bununla birlikte anılan özelliklerin belirlenmesinde genel cam ve plastik ile ilgili deneysel metotlar kullanılmaktadır. Ayrıca, Türkiye'de plastik sektöründe bir kontrol mekanizması bulunmamakta ve sera konusunda uzman araştırmacı sayısı azdır. Antalya gibi ülkemizde önemli bir sera potansiyeline sahip yörede ise sera konusunda yapılmış (özellikle örtülerin fiziksel ve mekanik özellikleri konusunda) lisansüstü çalışmaların yeterli olmadığı düşünülmektedir. Bu çalışma ile plastik örtü sektöründe kalite kontrol mekanizmasının oluşturulmasına destek olunması dolayısıyla üretici ve kullanıcıların bilinçlendirilmesi ve üniversitemizde bir test laboratuvarının oluşumu için gerekli veri tabanının sağlanmasını dilerim.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren danışmanlarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Kenan BÜYÜKTAŞ (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi), Sayın Prof. Dr. Ali BAŞÇETİNÇELİK (Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi), sera örtü malzemelerinin temininde ve örtü malzemelerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde laboratuvar olanaklarını kullanma olanağı sağlayan Sayın Atlıhan BOZKURT (İmece Plastik San. ve Tic. A.Ş. müdürü), Sayın Nilgün Yavuz (Dış Ticaret Sorumlusu), örtü malzemelerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde yapılan testlerde yardımcı olan Sayın Abdullah Mehmet BERBEROĞLU (İmece Plastik San. Tic. A. Ş.'de Kimya Mühendisi) ve Sayın Yıldan USLU (İmece Plastik San. Tic. A. Ş.'de Kimya Mühendisi), çalışma kapsamında kullanılan araştırma seraları ve bazı algılayıcıların kullanımını sağlayan Sayın Prof. Dr. İbrahim AKINCI (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi) ve Sayın Doç. Dr. Murad ÇANAKCI (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi), bitki materyali teminini sağlayan Sayın Fatih ÇALIŞKAN (Antalya Tarım A.Ş. Ziraat Mühendisi), bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Ruhi BAŞTUĞ (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi), Sayın Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ (Akdeniz

Üniversitesi Ziraat Fakültesi), Sayın Yrd. Doç. Dr. Halil DEMİR (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi), Sayın Öğr. Gör. Dr. Nuri ÇAĞLAYAN (Akdeniz Üniversitesi AKUZEM), Sayın Çiğdem IŞIKYÜREK KABUL (Akdeniz Üniversitesi Rektörlük Elektrik Elektronik Mühendisi), çalışmam süresince yardımlarını gördüğüm Sayın Sedat ÇITAK (Kumluca İlçe Tarım Müdürlüğü), Sayın Arş. Gör. Ece ASLAN (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi), Sayın Arş. Gör. Ahmet TEZCAN (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi), Sayın Arş. Gör. Cihan KARACA'a (Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi) teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, damla sulama sistemi ile kimyasal gübre temininde destek olan eşim Sayın Ziraat Yüksek Mühendisi Yaşar EMEKLİ'ye (YSM Tarımsal Proje Sulama Danışmanlık Ltd. Şti. ve Toros Sulama ve Drenaj Sist. Ltd. Şti. müdürü) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | iv |
| ÖNSÖZ | vi |
| İÇİNDEKİLER | viii |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ | xi |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | xiii |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xvi |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI | 6 |
| 2.1. Sera Örtü Malzemelerinin Fiziksel Özellikleri | 6 |
| 2.2. Sera Örtü Malzemelerinin Mekanik Özellikleri | 15 |
| 2.3. Işığın Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi | 21 |
| 3. MATERYAL ve METOT | 26 |
| 3.1. Araştırma Alanı | 26 |
| 3.2. Araştırma Alanı İklim Özellikleri | 26 |
| 3.3. Araştırmada Kullanılan Seraların Teknik Özellikleri | 27 |
| 3.4. Araştırmada Kullanılan Sera Örtü Malzemesi | 28 |
| 3.5. Sera Örtü Malzemelerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Ölçüm Aletleri..... | 28 |
| 3.5.1. Toplam ışınım ve PAR ölçümünde kullanılan aletler | 28 |
| 3.5.2. Sıcaklık ve bağıl nem ölçümünde kullanılan aletler | 29 |
| 3.5.3. Isıl çift (Termokupl) ile örtü yüzey sıcaklık ölçümünde kullanılan alet | 30 |
| 3.5.4. Çiğlenme noktası sıcaklık ölçümü | 31 |
| 3.5.5. Veri kayıtlarında kullanılan alet..... | 31 |
| 3.6. Sera Örtü Malzemelerinin Bazı Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Ölçüm Aletleri | 32 |
| 3.6.1. Çekme test cihazı | 33 |
| 3.6.2. Darbe mukavemeti test cihazı | 35 |
| 3.7. Serada Domates Yetiştiriciliği | 37 |
| 3.7.1. Araştırma alanı toprak özellikleri | 37 |
| 3.7.2. Bitki materyali | 39 |
| 3.7.3. Sulama ve gübreleme..... | 39 |
| 3.7.4. Kültürel işlemler ve tarımsal mücadele | 41 |
| 3.7.5. Bitkide yapılan fiziksel ölçüm ve analizler..... | 41 |
| 4. BULGULAR ve TARTIŞMA..... | 43 |
| 4.1. Farklı Sera Örtü Malzemelerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Zamana Bağlı Değişimi..... | 43 |
| 4.1.1. Toplam ışınım geçirgenliğinin zamana bağlı değişimi | 43 |
| 4.1.2. Fotosentetik etkin ışınım (PAR) geçirgenliğinin zamana bağlı değişimi..... | 48 |
| 4.1.3. Farklı sera örtü malzemelerinde nem yoğunlaşmasının ışınım geçirgenliği üzerine etkisi | 52 |
| 4.2. Farklı Sera Örtü Malzemelerinin Bazı Mekanik Özelliklerinin Zamana Bağlı Değişimi..... | 55 |
| 4.2.1. Darbe dayanımının zamana bağlı değişimi..... | 55 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.2. Çekme dayanımının zamana bağlı değişimi | 57 |
| 4.3. Farklı Sera Örtü Malzemeleri Altındaki Sera İçi Çevre Koşulları | 61 |
| 4.4. Farklı Sera Örtü Malzemelerinin Işınım Geçirgenliğinin | |
| Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi..... | 66 |
| 4.4.1. 2011-2012 yılı güz dönemi bitki gelişimi..... | 66 |
| 4.4.2. 2011-2012 yılı bahar dönemi bitki gelişimi..... | 71 |
| 4.4.3. 2012-2013 yılı güz dönemi bitki gelişimi..... | 77 |
| 4.4.4. 2012-2013 yılı bahar dönemi bitki gelişimi..... | 83 |
| 5. SONUÇ | 90 |
| 6. KAYNAKLAR | 98 |
| 7. EKLER..... | 105 |
| Ek-1 Çizelge-1. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama toplam ışınım geçirgenliği (Kasım 2011-Temmuz 2012)..... | 105 |
| Ek-2 Çizelge-2. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama toplam ışınım geçirgenliği (Temmuz 2012-Mart 2013)..... | 106 |
| Ek-3 Çizelge-3. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama toplam ışınım geçirgenliği (Mart 2013-Kasım 2013) | 107 |
| Ek-4 Çizelge-4. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama PAR geçirgenliği (Kasım 2011-Temmuz 2012) | 108 |
| Ek-5 Çizelge-5. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama PAR geçirgenliği (Temmuz 2012-Mart 2013)..... | 109 |
| Ek-6 Çizelge-6. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama PAR geçirgenliği (Mart 2013-Kasım 2013)..... | 110 |
| Ek-7 Çizelge-7. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2011, Başlangıç Dayanımı) | 111 |
| Ek-8 Çizelge-8. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2011, Başlangıç Dayanımı) | 112 |
| Ek-9 Çizelge-9. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2011, Başlangıç Dayanımı)..... | 113 |
| Ek-10 Çizelge-10. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2011, Başlangıç Dayanımı) | 114 |
| Ek-11 Çizelge-11. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Şubat 2012, 3.ay) | 115 |
| Ek-12 Çizelge-12. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Şubat 2012, 3.ay)..... | 116 |
| Ek-13 Çizelge-13. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Şubat 2012, 3.ay) | 117 |
| Ek-14 Çizelge-14. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Şubat 2012, 3.ay) | 118 |
| Ek-15 Çizelge-15. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Mayıs 2012, 6.ay)..... | 119 |
| Ek-16 Çizelge-16. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Mayıs 2012, 6.ay)..... | 120 |
| Ek-17 Çizelge-17. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Mayıs 2012, 6.ay) | 121 |
| Ek-18 Çizelge-18. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Mayıs 2012, 6.ay) | 122 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ek-19 Çizelge-19. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Ağustos 2012, 9.ay) | 123 |
| Ek-20 Çizelge-20. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Ağustos 2012, 9.ay) | 124 |
| Ek-21 Çizelge-21. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Ağustos 2012, 9.ay)..... | 125 |
| Ek-22 Çizelge-22. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Ağustos 2012, 9.ay)..... | 126 |
| Ek-23 Çizelge-23. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2012, 12.ay) | 127 |
| Ek-24 Çizelge-24. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2012, 12.ay) | 128 |
| Ek-25 Çizelge-25. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2012, 12.ay)..... | 129 |
| Ek-26 Çizelge-26. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2012, 12.ay)..... | 130 |
| Ek-27 Çizelge-27. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Şubat 2013, 15.ay) | 131 |
| Ek-28 Çizelge-28. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Şubat 2013, 15.ay) | 132 |
| Ek-29 Çizelge-29. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Şubat 2013, 15.ay)..... | 133 |
| Ek-30 Çizelge-30. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Şubat 2013, 15.ay)..... | 134 |
| Ek-31 Çizelge-31. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Mayıs 2012, 18.ay) | 135 |
| Ek-32 Çizelge-32. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Mayıs 2013, 18.ay)..... | 136 |
| Ek-33 Çizelge-33. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Mayıs 2013, 18.ay) | 137 |
| Ek-34 Çizelge-34. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Mayıs 2013, 18.ay) | 138 |
| Ek-35 Çizelge-35. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Ağustos 2013, 21.ay) | 139 |
| Ek-36 Çizelge-36. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Ağustos 2013, 21.ay) | 140 |
| Ek-37 Çizelge-37. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Ağustos 2013, 21.ay)..... | 141 |
| Ek-38 Çizelge-38. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Ağustos 2013, 21.ay) | 142 |
| Ek-39 Çizelge-39. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2013, 24.ay) | 143 |
| Ek-40 Çizelge-40. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2013, 24.ay) | 144 |
| Ek-41 Çizelge-41. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2013, 24.ay)..... | 145 |
| Ek-42 Çizelge-42. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2013, 24.ay)..... | 146 |

ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

| | |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|
| AD | Anti drop |
| AF | Anti fog |
| a _o | Test örneğinin film kalınlığı (mm) |
| b _o | Test örneğinin boyu (mm) |
| CO-EX | Çok katlı |
| EVA | Etilvinilasetat |
| FEP | Florokarbon film |
| FIR | Uzak kızılötesi |
| CTP | Cam elyaflı polyester |
| HDPE | Yüksek yoğunluklu polietilen |
| IR | Uzun dalga boylu ısı ışınımı |
| LLDPE | Lineer düşük yoğunluklu polietilen |
| LDPE | Düşük yoğunluklu polietilen |
| L _o | Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (mm) |
| LWIR | Uzun dalga boylu kızılötesi |
| Δm | Kullanılan düzenli kütle artırımları (g) |
| MD | Makine işleniş yönü |
| MDPE | Orta yoğunluklu polietilen |
| m _f | Hasar meydana getiren darbe kütlesi (g) |
| m _o | Hasarlanmadaki en hafif darbe cismi kütlesi (g) |
| MWIR | Orta dalga boylu kızılötesi |
| NIR | Yakın kızılötesi |
| n _i | m _i kütlesinde hasarlanma oluşan deney numunesinin sayısı |
| τ _p | Seranın PAR geçirgenliği (%) |
| PAR | Fotosentetik etkin ışınım |
| PE | Polietilen |
| P _i | Sera içinde ölçülen PAR (mmol m ⁻² s) |
| PC | Polikarbonat |
| PMMA | Polimetilmetaakrilat |
| P _o | Sera dışında ölçülen PAR (mmol m ⁻² s) |
| PVC | Polivinilklorid |
| PVF | Polivinilflorid |
| P _w | Toprağın kuru ağırlık yüzdesi olarak su içeriği (%) |
| R | Göreceli fark |
| SÇKM | Suda çözünebilir kuru madde |
| S _o | Test örneğinin kesit alanı (mm ²) |
| SWIR | Kısa dalga boylu kızılötesi |
| τ _T | Seranın toplam ışınım geçirgenliği (%) |
| T | Belli bir zaman periyodundan sonraki örtünün ışınım geçirgenliği |
| TD | Makine işleniş yönünün tersi |
| T _{ıslak} | Örtünün ıslak koşullardaki geçirgenliği (%) |
| T _i | Sera içinde ölçülen toplam ışınım (W m ⁻²) |
| T _{kuru} | Örtünün kuru koşullardaki geçirgenliği (%) |
| T _o | Sera dışında ölçülen toplam ışınım (W m ⁻²) |

T_{yeni} Yeni örtü malzemesinin ışınım geçirgenliği (%)
 UV Ultraviöle (morötesi) ışın
 z_i m_0 ' dan m_i 'ye kadar olan kütle artırımlarının sayısı

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. CO-EX teknoloji ile sera örtüsü üretim aşamaları (Anonim 2012) | 4 |
| Şekil 1.2. CO-EX teknolojisi ile sera örtüsü üretim aşamalarından bir örnek (a) hammadde (b) besleme üniteleri ve ekstrüderler (c) Kalıptan çıkan ve soğuk hava ile şişirilen plastik (d) avare merdaneleri (e) sarım ve ambalajlama | 5 |
| Şekil 2.1. Doğrudan ve yaygın ışınım (Öztürk 2008b) | 6 |
| Şekil 2.2. Bazı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliklerinin minimum ve maksimum değerleri (Papadakis vd 2000)..... | 8 |
| Şekil 2.3. Yumuşak plastik malzemenin gerilme-şekil değiştirme diyagramı (Akkurt 2007) | 15 |
| Şekil 2.4. Test boyu 5 cm ve test hızı 500 mm/dk olan bir örneğin paralel ve ters yöndeki gerilme-şekil değiştirme eğrileri (Briassoulis and Aristopoulou 2001)..... | 17 |
| Şekil 2.5. Yapay yaşlanma koşulları altında UV ışınımına karşı çekme dayanımı ve kopma uzaması değerleri (Briassoulis 2005)..... | 20 |
| Şekil 2.6. PE malzemenin mekanik davranış eğrilerinin çekme testleri için zamana bağlı değişimi (Alhamdan and Al-Helal 2009) | 20 |
| Şekil 2.7. Atina (a,b,e,f) ve Montpellier'de (c,d) tarla koşullarına maruz bırakılan biodegradable alçak tünel filmler için paralel (MD) ve trans (TD) yönde tipik çekme gerilim eğrileri (Briassoulis 2006)..... | 21 |
| Şekil 2.8. Antalya ili için ortalama günlük ışınım değerinin günlük ortalama sıcaklığa bağlı değişimi (Anonim 2013). | 23 |
| Şekil 3.1. Deneme alanındaki araştırma seralarının örtü malzemesi çekilmeden ve çekildikten sonraki görünüşleri..... | 27 |
| Şekil 3.2. Araştırma seralarında açık gökyüzü koşullarında zamana bağlı gölgeleme durumu. | 27 |
| Şekil 3.3. Piranometre (a) ve Qantum (b) algılayıcılarının sera içindeki konumları..... | 28 |
| Şekil 3.4. Sıcaklık ve bağıl nem veri kayıt cihazları ile sera içindeki konumları | 30 |
| Şekil 3.5. T tipi ısı çift ve sera içindeki konumu | 30 |
| Şekil 3.6. Veri kayıt cihazı ve araştırma alanındaki konumu | 32 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.7. Sera örtü malzemelerinin bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan yapı iskeleti | 33 |
| Şekil 3.8. Çekme test cihazı ve kısımları (Alarge 2010) | 34 |
| Şekil 3.9. Örnek bir test numunesi | 34 |
| Şekil 3.10. Örnek bir çekme deney testi (a) çekme test cihazına yerleştirilmiş test örneği (b) artan yük karşısında malzemede meydana gelen uzama (c) kopmuş bir test örneği | 35 |
| Şekil 3.11. Düşme test cihazı ve kısımları (Alarge 2010) | 36 |
| Şekil 3.12. Örnek bir darbe mukavemet testi | 36 |
| Şekil 3.13. Yetiştirme ortamının hazırlanma aşaması | 38 |
| Şekil 3.14. Domates bitkilerinin deneme alanında farklı gelişim dönemlerindeki genel görünümü (a) fide dönemi, (b) çiçeklenme ve meyve tutumu, (c) meyve olgunlaşması | 39 |
| Şekil 3.15. Tansiyometre kalibrasyon eğrisi | 40 |
| Şekil 3.16. SÇKM miktarını belirlemede kullanılan refraktometre | 42 |
| Şekil 3.17. Örnek bir meyve suyunda EC-pH ölçümü | 42 |
| Şekil 4.1. Farklı sera örtü malzemelerinin zamana bağlı toplam ışınım geçirgenliği (%) | 45 |
| Şekil 4.2. Sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz gününde günlük saatlik ortalama toplam ışınım geçirgenliğinin zamana bağlı değişimi | 47 |
| Şekil 4.3. Farklı sera örtü malzemelerinin zamana bağlı PAR geçirgenliği (%) | 49 |
| Şekil 4.4. Sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz gününde günlük saatlik ortalama PAR geçirgenliğinin zamana bağlı değişimi | 51 |
| Şekil 4.5. Sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz ayında aylık saatlik ortalama örtü yüzey sıcaklığı (ÖYS) ve çiğlenme sıcaklığının zamana bağlı değişimi | 53 |
| Şekil 4.6. Araştırma seralarında 2012 yılı Şubat ayı açık gökyüzü koşullarında gerçekleşen örnek bir nem yoğunlaşma durumu | 52 |
| Şekil 4.7. Sera örtü malzemelerinin darbe dayanımlarının zamana bağlı değişimi ... | 56 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.8. Farklı sera örtü malzemelerinin çekme dayanımlarının zamana bağlı değişimi | 58 |
| Şekil 4.9. Araştırma seralarında 2011-2013 yılları arasında aylar itibariyle sera iç ortam minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri..... | 62 |
| Şekil 4.10. Araştırma seralarında 2011-2013 yılları arasında aylar itibariyle sera iç ortam minimum, maksimum ve ortalama bağıl nem değerleri..... | 64 |
| Şekil 4.11. Sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz gününde günlük saatlik ortalama sıcaklık ve nem değerlerinin zamana bağlı değişimi | 65 |
| Şekil 4.12. Araştırma seralarında domates bitkilerinin yetiştirme periyodu boyunca almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım | 66 |
| Şekil 4.13. Farklı sera örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi..... | 67 |
| Şekil 4.14. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı | 68 |
| Şekil 4.15. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı | 69 |
| Şekil 4.16. Araştırma seralarında domates bitkilerinin yetiştirme periyodu boyunca almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım | 72 |
| Şekil 4.17. Farklı sera örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi..... | 73 |
| Şekil 4.18. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı | 74 |
| Şekil 4.19. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı | 75 |
| Şekil 4.20. Araştırma seralarında domates bitkilerinin yetiştirme periyodu boyunca almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım | 78 |
| Şekil 4.21. Farklı sera örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi | 79 |
| Şekil 4.22. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı | 80 |
| Şekil 4.23. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı | 81 |
| Şekil 4.24. Araştırma seralarında domates bitkilerinin yetiştirme periyodu boyunca almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım | 84 |
| Şekil 4.25. Farklı sera örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi | 85 |
| Şekil 4.26. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı | 86 |
| Şekil 4.27. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı | 87 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 1.1. Dünyada tarımda kullanılan plastik malzeme miktarı (Dilara and Briassoulis 2000)..... | 2 |
| Çizelge 1.2. Türkiye’de örtüaltı alanlarının yıllara göre gelişimi (TUİK 2014)..... | 2 |
| Çizelge 2.1. Farklı örtü malzemelerinin ışınım geçirgenlik yüzdeleri (Baytorun ve Başçetinçelik 1993)..... | 8 |
| Çizelge 2.2. Farklı PE tabakaların yoğunlukları (Dilara ve Briassoulis 2000)..... | 16 |
| Çizelge 2.3. Termik opak filmlerin bazı mekanik özellikleri (TSE 2003a)..... | 18 |
| Çizelge 2.4. Bitkilerin fizyolojik tepkilerine bağlı olarak ışınım dalga boyu (Başçetinçelik 1977)..... | 22 |
| Çizelge 3.1. Antalya'ya ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel veriler..... | 26 |
| Çizelge 3.2. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri | 38 |
| Çizelge 3.3. Araştırma alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri..... | 38 |
| Çizelge 3.4. Domates fidelerinin seraya şaşırtılma zamanları | 39 |
| Çizelge 4.1. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin deneme süresince (Kasım 2011-Kasım 2013) aylık ortalama toplam ışınım geçirgenliği | 43 |
| Çizelge 4.2. Farklı sera örtü malzemelerinin zamana bağlı toplam ışınım geçirgenliği (%) | 44 |
| Çizelge 4.3. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin deneme süresince (Kasım 2011-Kasım 2013) aylık ortalama PAR geçirgenliği | 48 |
| Çizelge 4.4. Sera örtü malzemelerinin zamana bağlı PAR geçirgenliği (%)..... | 49 |
| Çizelge 4.5. CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı araştırma seralarında nem yoğunlaşma durumları | 54 |
| Çizelge 4.6. Sera örtü malzemelerinin darbe dayanımlarının zamana bağlı değişimi | 56 |
| Çizelge 4.7. Farklı sera örtü malzemelerinin çekme dayanımlarının zamana bağlı değişimi..... | 57 |
| Çizelge 4.8. Farklı sera örtü malzemelerinin akma mukavemet değerlerinin zamana bağlı değişimi | 59 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.9. Farklı sera örtü malzemelerinin kopmada uzama değerlerinin zamana bağlı değişimi | 60 |
| Çizelge 4.10. Araştırma seralarında sera iç ve dış ortam sıcaklık değerleri | 61 |
| Çizelge 4.11. Araştırma seralarında sera iç ve dış ortam bağıl nem değerleri..... | 63 |
| Çizelge 4.12. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi | 67 |
| Çizelge 4.13. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı | 68 |
| Çizelge 4.14. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı | 69 |
| Çizelge 4.15. Farklı örtü malzemeleri altında toplam verim | 69 |
| Çizelge 4.16. Farklı örtü malzemeleri altında ortalama meyve ağırlığı..... | 70 |
| Çizelge 4.17. Farklı örtü malzemeleri altında meyve çapı | 70 |
| Çizelge 4.18. Farklı örtü malzemeleri altında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) | 70 |
| Çizelge 4.19. Farklı örtü malzemeleri altında meyve suyunda EC ve pH | 71 |
| Çizelge 4.20. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi | 72 |
| Çizelge 4.21. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı | 73 |
| Çizelge 4.22. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı | 74 |
| Çizelge 4.23. Farklı örtü malzemeleri altında toplam verim | 75 |
| Çizelge 4.24. Farklı örtü malzemeleri altında ortalama meyve ağırlığı | 76 |
| Çizelge 4.25. Farklı örtü malzemeleri altında meyve çapı | 76 |
| Çizelge 4.26. Farklı örtü malzemeleri altında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) | 76 |
| Çizelge 4.27. Farklı örtü malzemeleri altında meyve suyunda EC ve pH | 77 |
| Çizelge 4.28. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi..... | 78 |
| Çizelge 4.29. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı | 79 |
| Çizelge 4.30. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı | 80 |
| Çizelge 4.31. Farklı örtü malzemeleri altında toplam verim | 81 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.32. Farklı örtü malzemeleri altında ortalama meyve ağırlığı | 82 |
| Çizelge 4.33. Farklı örtü malzemeleri altında meyve çapı | 82 |
| Çizelge 4.34. Farklı örtü malzemeleri altında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) | 82 |
| Çizelge 4.35. Farklı örtü malzemeleri altında meyve suyunda EC ve pH | 83 |
| Çizelge 4.36. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi | 84 |
| Çizelge 4.37. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı | 85 |
| Çizelge 4.38. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı | 86 |
| Çizelge 4.39. Farklı örtü malzemeleri altında toplam verim | 87 |
| Çizelge 4.40. Farklı örtü malzemeleri altında ortalama meyve ağırlığı | 88 |
| Çizelge 4.41. Farklı örtü malzemeleri altında meyve çapı | 88 |
| Çizelge 4.42. Farklı örtü malzemeleri altında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) | 88 |
| Çizelge 4.43. Farklı örtü malzemeleri altında meyve suyunda EC ve pH | 89 |

1. GİRİŞ

İnsan dünya üzerinde görüldüğü günden beri sürekli tekniğini geliştirmiş ve yeni yeni malzemeler kullanmaya özen göstermiştir. Zaman içinde taş, ahşap ve madenleri ihtiyaçları doğrultusunda değiştirerek kullanmasını bilmiştir. Doğada bulunduğu malzemelerin yanında yeni malzemeler de geliştirmekten geri durmamıştır. Alçı, çimento ve çeşitli reçineler bu şekilde toplumun istifadesine sunulmuş yarı sentetik maddelerdir. Teknolojide gelişmeyi sağlamak için onun gerektirdiği malzemeleri de beraberinde geliştirmek gerektiğinden yeni türlerin arayışı hiç bitmemiştir. Bu çabaların sonunda tamamen sentetik malzemeler ortaya çıkmış ve sanayinin hizmetine sunulmuşlardır. Bu gelişmenin bu günkü son şekli plastikler olarak görünmektedir. Tamamen sentetik ve bu günkü anlamda plastik sayılabilecek ilk malzeme 1902'de Bakealand tarafından piyasaya çıkarılmış olan BAKALİT'tir. Bakalitle birlikte tamamen sentetik yapıya sahip malzemeler devri başlamış oldu. Bu şekilde bazı maddelerin kimyasal reaksiyonlarla istenilen özellikleri gösteren malzemelere dönüşümüyle yeni bir devire girildi. Kısa sürede sanayinin gereksinim duyduğu özelliklerde pek çok plastik malzeme piyasaya sürüldü ve büyük kabul gördü (Başbudak ve Akar 2003).

Plastikler petrol ve doğal gaz gibi doğal kaynaklardan elde edilen hidrokarbonlardan üretilen malzemelerdir. Teknik olarak ifade etmek gerekirse plastikler monomerlerin kimyasal bağlarla polimere dönüşmesi ile meydana gelir. Polimer molekülün yapısı ve büyüklüğü o plastiğin özelliklerini belirler. İki temel tip plastik vardır; Termoplastik ve termoset olmak üzere. Termoplastikler uzun zincirlerden oluşan bir yapıya sahip olmaları nedeniyle kolayca ısıtılarak sıvı hale getirilebilirler. Soğutulunca yeniden katılaşır, ısıtılınca gene sıvılaşır ve bu işlem defalarca tekrarlanabilir. Termosetlerin termoplastiklere göre farkı üretim esnasında oluşan çapraz bağlardır. Bu işlem kimyasal bir reaksiyondur ve ısıtılarak geri döndürülemez. Dolayısıyla termoset tek yönlü bir reaksiyon sonucu oluştuğu için ısıtılarak eski haline dönüştürülmesi söz konusu olamaz. Plastik ilk üretildiğinde toz, granül ve çözelti şeklinde olabilir. Plastik sektörü, özellikle 20. yüzyılın ilk çeyreğinden sonra, çok çeşitli dallarda, çok çeşitli amaçlarla kullanım alanı bulmuş olan ve alanını giderek genişletmeye devam eden bir sektör konumundadır. Günümüzde plastikler, ahşap, kağıt, metal, cam, pamuk, yün, ipek ve kauçuk gibi pek çok doğal ürünün yerini almış ve insan hayatının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Hemen hemen tüm sektörlerin yan sektörü konumunda olan plastiğin en yaygın olarak kullanıldığı endüstri kolları ambalaj, ev eşyası, gıda, matbaa-kırtasiye-oyuncak, tarım (sera örtüsü, sulama sistemi), teknik parçalar, tekstil ve sportif eşya, tıp, eczacılık, kozmetik ve ilaç endüstrisi biçiminde sıralanabilir (Alp 2003, Başbudak ve Akar 2003).

Dilara ve Briassoulis (2000) tarafından bildirildiğine göre; Garnaud, tarım sektöründe tüm dünyada kullanılan yıllık plastik malzeme miktarının, iki milyon tona ulaştığını bildirmiştir (Çizelge 1.1). Bu miktarın yaklaşık olarak yarısı ise örtüaltı yetiştiriciliğinde (seralar, malçlama, alçak tüneller, meyve ağaçları için yapılan geçici örtü yapıları vb.) kullanılır. Örtüaltı yetiştiriciliği için kullanılan plastik filmler diğer tarımsal amaçlı plastiklerin tersine (örneğin sulama borusu veya tarım ürünleri için konteynirler) güneş ışınımı, ısı, oksijen ve kimyasallar gibi faktörlerin kombinasyonlarına maruz kaldığı zaman sınırlı bir kullanım ömrü ve hızlı şekilde parçalanma (yaşlanma olarak da adlandırılır) gösterirler (Dilara ve Briassoulis 2000).

Çizelge 1.1. Dünyada tarımda kullanılan plastik malzeme miktarı (Dilara ve Briassoulis 2000)

| Kullanım amacı | Alan, ha | Miktar, 1000 t yıl⁻¹ |
|----------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|
| Malçlama | 350000 - 4000000 | 550 - 750 |
| Alçak tüneller | 250000 | 100 |
| Seralar | 220000 | 250 - 350 |
| Toplam örtüaltı yetiştiriciliği | | 900-1200 |
| Sulama borusu | - | > 500 |
| Mikro-sulama (damlama) | 1500000 - 2000000 | 150 - 200 |
| Drenaj | 400000 | 120 - 150 |
| Silaj | - | 200 |
| Total | | 1870 - 2250 |

Türkiye'de tarım sektöründe örtüaltı yetiştiriciliğinde kullanılan plastik malzemenin yıllara göre gelişimi Çizelge 1.2'de sunulmuştur. Çizelge 1.2'de görüldüğü gibi Türkiye'de plastik sera alanları tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi cam sera alanlarına göre daha fazla olmakla birlikte yıllar itibariyle sürekli bir artış göstermektedir. Bunun başlıca nedenleri arasında plastik sera örtü malzemesinin tek parça halinde daha büyük alanların kaplanmasına olanak sağlaması, plastik seraların cam seralara göre yapısında daha az destek yapısına gereksinim göstermesi nedeniyle ilk yatırım giderlerinin düşük olması, gelişen teknoloji ile plastik malzemelerinin özelliklerinin iyileştirilmesi ve plastik malzemenin cama göre ekonomik olması gibi faktörler sıralanabilir.

Çizelge 1.2. Türkiye'de örtüaltı alanlarının yıllara göre gelişimi (TUİK 2014)

| Yıllar | Toplam Alan (da) | Cam sera alanı (da) | Plastik sera alanı (da) | Yüksek tünel (da) | Alçak tünel (da) |
|---------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 2005 | 467 540 | 65 427 | 171 043 | 66 916 | 164 154 |
| 2006 | 469 081 | 68 353 | 182 354 | 69 834 | 148 540 |
| 2007 | 494 239 | 75 793 | 195 180 | 65 307 | 157 959 |
| 2008 | 542 158 | 82 253 | 211 680 | 66 960 | 181 265 |
| 2009 | 567 180 | 82 932 | 220 186 | 77 046 | 187 016 |
| 2010 | 563 805 | 80 772 | 230 543 | 81 521 | 170 969 |
| 2011 | 611 451 | 78 878 | 247 962 | 108 910 | 175 701 |
| 2012 | 617 760 | 80 728 | 278 730 | 95 095 | 163 207 |
| 2013 | 615 124 | 80 739 | 278 661 | 97 986 | 157 737 |

Genel olarak plastik malzeme ile kaplı sera alanlarının büyük çoğunluğunda polietilenden (PE) yapılma plastik film kullanımı yaygındır (Briassoulis vd 1997a). Özellikle, düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) oldukça iyi mekanik ve optik özellikleri rekabetçi pazar fiyatı ile kombine edildiğinde yaygın olarak kullanılan PE gurubu olmaktadır. Ancak anılan malzeme kullanım süresince sert çevre koşullarından kolay bir şekilde etkilenmektedir. PE'in ultraviyole ışınlarla fiziksel özelliklerinin azalması kullanım ömrünü sınırlayan temel sorundur. PE'nin daha uzun ömürlü olabilmesi için üretim aşamasında UV ışınlarına karşı dayanımını artırıcı katkı maddelerinin eklenmesi gerekir. PE'nin dış koşullara, özellikle de rüzgara karşı dayanımı azdır ve kolay yırtılıp,

çabuk kirlenen bir materyal olup ışık geçirgenliği yıldan yıla azalır (Giacomelli 1999). Bundan dolayı, genellikle filmin formülasyonuna filmin mukavemetini ve esnekliğini iyileştirmek için özel katkı maddeleri eklenir (Dilara ve Briassoulis 2000). Günümüz teknolojisi ile PE malzeme üretimi;

- Infrared (IR) katkısı ile ısı korunumu,
- Ultraviöle (UV) katkısı ile ömür,
- Etil vinil asetat (EVA) katkısı ile esneklik ve rüzgara karşı dayanım,
- Anti-virüs (AV) katkısı ile virütik böceklere yönelik optik özellikler verme,
- Anti-Fog (AF) katkısı ile damlama,
- Anti-toz (AT) katkısı ile elektrostatik özellikler verme,
- Mineral katkıları ile ışığı yayma ve
- Fluor ışıl özellik konularında oldukça ileri düzeydedir.

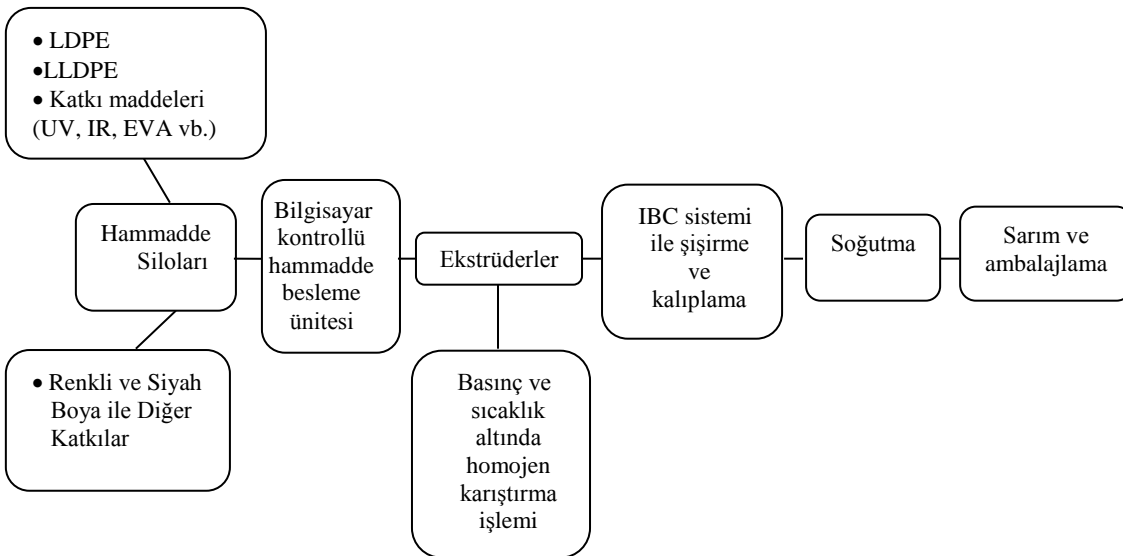
Sera örtü malzemeleri için kabul edilen en kritik fiziksel özellikler birkaç güneş ışınım bandındaki radyometrik özellikler (geçirgenlik, yansıtma ve soğrulma) ile ısı geçişine ilişkin ısı iletim katsayısı (K) değeridir. Bir sera içindeki ışınım düzeyinde esas olarak örtü malzemesinin geçirgenliği etkili olmakla birlikte sera yapı tipi ve seranın yönlendirme şekli de etkili olmaktadır. Bir sera örtü malzemesinin ışınım geçirgenlik özelliklerine ilişkin veriler farklı sera örtü malzemelerinin olası faydalarını değerlendirmede önemlidir. Çünkü ışınım geçirgenliğindeki küçük farklılıkların bitki gelişimi üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Papadakis vd 2000). Bununla birlikte örtü malzemelerinin fiziksel özellikleri sera içi ikliminin kalitesini de etkilemektedir (von Elsner vd 2000). Örtü malzemesinin geçirgenliğini kirlilik, yaşlanma ve yoğunlaşma etkiler. Örtü malzemesi üzerindeki kirlilik ve yoğunlaşma ışınım kayıpları için ana unsurlardır (Papadakis vd 2000). Seranın toplam ısı iletim katsayısı, seranın boyutlarından sera örtüsünün cinsine, ısıtıcıların tipinden rüzgar hızına kadar bir çok unsurdan etkilenmektedir. Bu nedenle, ısı iletim katsayısını tam ve doğru olarak belirlemek mümkün değildir. Uygulama sırasında çoğu kez, detaylı hesaplamalar yerine deneyimlere dayanarak belirlenmiş ve önerilmiş ısı iletim katsayılarından yararlanılmaktadır. Örneğin Bailey, ısı iletim katsayısını tek kat cam örtülü seralar için $5.8-8.8 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$; tek kat PE örtülü seralar için $6.0-8.0 \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ alınabileceğini belirtmektedir (Yağcıoğlu 2005).

Sera örtü malzemesi olarak kullanılan düşük yoğunluklu PE malzemenin (LDPE) bazı mekanik özellikleri yoğunluğu, boyutları, çekme dayanımı, darbe dayanımı, dolu çarpma direnci, sünme, yırtılma direnci şeklinde sıralanabilir (Dilara ve Briassoulis 1998). Plastik malzemenin en zayıf mekanik özelliği, yanabilir ve yakılabilir oluşudur. Yapımları sırasında, yanmaya karşı dayanıklılık sağlayabilen maddeler karıştırılması önlemi ise; plastik malzemenin atmosfer koşullarına dayanıklılığını azaltmaktadır (Alkan 1977). Sera örtü malzemelerinin mekanik özelliklerini yükleme koşulları, yapı tasarımı, örtü malzemesinin montajı, çevresel faktörler gibi unsurlar etkilemektedir (Briassoulis vd 1997a). Avrupa ve Türkiye'de LDPE filmlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesine ilişkin mevcut standartlar bulunmamaktadır. Türkiye'de cam ve plastik malzemelerin spesifik olarak sera örtü malzemesi olarak kullanılmasına ilişkin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde mevcut cam ve plastik malzemelerle ilgili standartlardan yararlanılmaktadır. Plastik malzemeler için TS 3782 EN 13206 "Termoplastik kaplama filmleri-Bahçe bitkileri yetiştiriciliği ve tarımda kullanılan" ile TS EN ISO 527-1

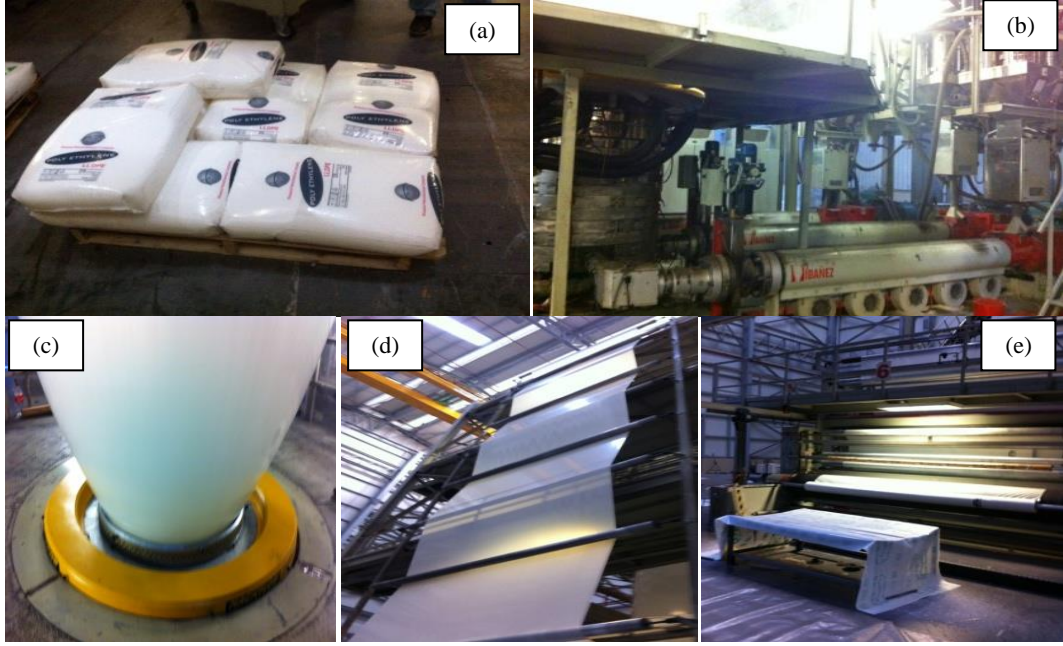
"Plastikler-Çekme özelliklerinin tayini-Bölüm 1: Genel prensipler" başlıklı standartlar kullanılmaktadır.

Günümüz piyasasındaki LDPE filmlerin çoğunu CO-EXTRUDE çok katmanlı % 4-10 oranında EVA katkı maddesi içeren filmler oluşturmaktadır. Çok katmanlı yapı içerisinde üç katmanlı yapı standartlaşmış olup beş-yedi katmanlı yapı spesifik uygulamalara girmektedir (Dilara ve Briassoulis 2000). Son yıllarda Türkiye'de bilgisayar kontrollü en gelişmiş CO-EX üretim teknolojisi ile çok katlı sera örtü malzemeleri üretilmektedir. CO-EX üretim teknolojisi ile üretilen katmanlı filmlerin tek katlı filmlere göre sağladığı üstünlük filmin kalınlığının ve üretim aşamasında kullanılan katkı maddelerinin istenilen katmanda örtü malzemesi içerisine üniform bir şekilde dağılımını sağlamasıdır. Örneğin; bu teknolojiye en dış katman Anti-Toz (AT) katkılı en iç katman ise Anti-Fog (AF) katkılı üretilmektedir. CO-EX teknoloji ile sera örtüsü üretim aşamaları Şekil 1.1 ve Şekil 1.2'de gösterilmiştir.

CO-EX teknoloji ile sera örtüsü üretiminde öncelikle üretilecek olan örtü malzemesinin formülasyonu otomasyon sistemine yazılır. Buradan üretilecek malzemenin özelliklerine göre gerekli granül şeklindeki hammadde ve katkı maddeleri besleme ünitelerinden ekstrüdere aktarılır (Şekil 1.2 a, b). Ekstrüderin dış yüzeyindeki ısıtıcılar ile belli sıcaklık ve basınç altında hammadde ve katkı maddeleri eritilir. Aynı zamanda ekstrüderin içinde bulunan sonsuz vida dönerek malzemeyi silindirin ön kısmına buradan kalıp boşluğuna iletir. Kalıptan çıkan plastik soğuk hava ile şişirilerek hem örtü malzemesinin boyutları hem de plastiğin soğutulması sağlanır (Şekil 1.2 c). Kalıptan çıkarılarak şişirilen malzemede çekici kulelerin hızı ile filmin kalınlığı belirlenir ve üst çekici merdaneler ile plastiğin ütülenerek tabaka haline getirilmesi sağlanır. Malzeme ortam sıcaklığına ulaşması için avare merdanelerde gezdirilir (Şekil 1.2 d) ve sarma ünitesine aktarılıp ambalajlanması sağlanır (Şekil 1.2 e).



Şekil 1.1. CO-EX teknoloji ile sera örtüsü üretim aşamaları (Anonim 2012)



Şekil 1.2. CO-EX teknolojisi ile sera örtüsü üretim aşamalarından bir örnek (a) hammadde (b) besleme üniteleri ve ekstrüderler (c) Kalıptan çıkan ve soğuk hava ile şişirilen ile plastik (d) avare merdaneleri (e) sarım ve ambalajlama

Sera yapısının ilk yatırım giderleri arasında örtü malzemesinin maliyeti ve Türkiye'nin ekolojik koşullarının sağladığı üstünlüklerden dolayı bazı bölgelerde sera işletmelerinde ısıtma yapılmadan serada çevre koşullarının sağlandığı göz önüne alınırsa sera örtü malzemelerinin kullanım süresi boyunca performansı büyük önem taşımaktadır. Seralarda kullanılan örtü malzemelerinin birçok önemli özellikleri yanında en önemlisi, ışınım geçirme yüzdesidir.

Sera örtü malzemesi olarak yerli ve yabancı firmalar tarafından farklı isimler altında ve hemen hemen aynı etkiyi gösterdiği belirtilen plastik örtüler üretilmektedir. Ancak Türkiye'de plastik sektöründe bir kontrol mekanizması bulunmamakta ve firmalar ürettikleri malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin saptanmasında PETKİM kuruluşundan faydalanmaktadır. Bununla birlikte, sera konusunda uzman araştırmacı sayısı az buna bağlı olarak da sera konusunda yapılmış lisansüstü çalışmalar sınırlıdır. Ayrıca, Antalya gibi ülkemizde önemli bir sera potansiyeline sahip yörede bu konuda yapılmış çalışmaların yetersiz ya da kısa süreli (3 veya 6 ay gibi) olması özellikle literatürde örtünün kullanım ömrü boyunca performansına (fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişim) ilişkin bir çalışmanın bulunmaması gibi faktörlerden dolayı bu konuda doldurulması gereken önemli bir boşluk olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, sera örtü malzemesi üretiminde son teknoloji olan CO-EX teknoloji ile üretilen 24 ay kullanım ömürlü CO-EX UV+IR+EVA ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı sera örtü malzemelerinin Antalya koşullarında bazı fiziksel (toplam ışınım ve PAR geçirgenliği) ve mekanik özelliklerinin (darbe dayanımı ve çekme dayanımı) örtünün kullanım süresi boyunca değişiminin saptanması ve örtü malzemelerinin ışınım geçirgenliğinin bitki gelişimi üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

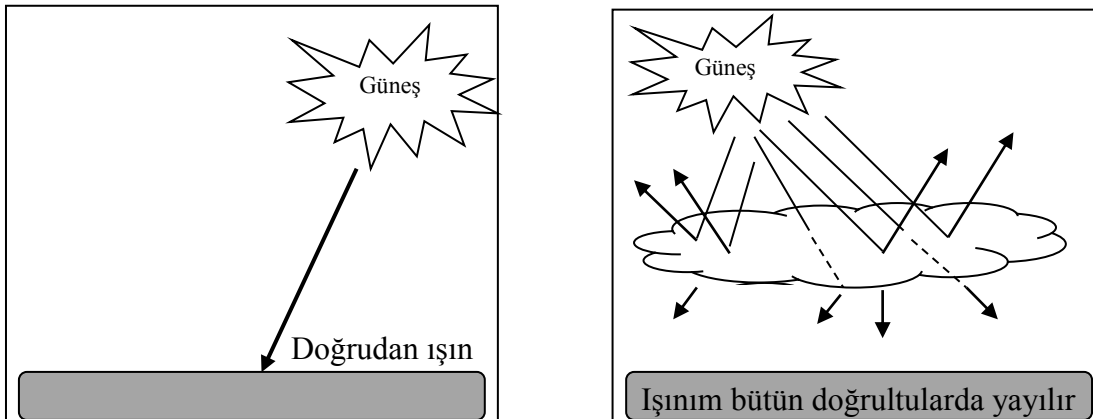
2. KURAMSAL BİLGİLER ve KAYNAK TARAMALARI

Araştırma konusu ile ilgili kuramsal bilgiler ve kaynak taramaları üç bölümde incelenmiştir. Birinci bölümde sera örtü malzemelerinin fiziksel özellikleri ile ilgili konular, ikinci bölümde sera örtü malzemelerinin mekanik özellikleri ile ilgili konular, üçüncü bölümde ise ışığın bitki gelişimi üzerine etkisi ele alınmıştır.

2.1. Sera Örtü Malzemelerinin Fiziksel Özellikleri

Seraların ışıklandırılmasında kullanılan doğal ışık kaynağı güneştir. Güneş, farklı dalga boylarına sahip ışınlar yayar. Dalga boyları < 400 nm arasında olan ışınlar morötesi (UV) ışınlardır. Ultraviyole ismi verilen, gözle görülemeyen bu ışınlar bitkilerde renk oluşumunu ve büyümeyi engeller hatta cüceliğe neden olur. Morötesi (UV) spektrumu; UVA, UVB ve UVC olarak 3 alt gruba ayrılır. Bitkiler UVB ışınlarının zararlı etkilerinden kendilerini koruyabilmek için yaprak alanlarını küçültmekte bu durum fotosentezde azalmaya neden olmaktadır. Ayrıca UVB ışınları topraktaki mikroorganizmaları öldürerek toprağı verimsizleştirmektedir. Dalga boyları 400-700 nm arasında değişen ışınlar, orta dalga boylu yada görünür ışık enerjisini oluşturan ışınlar olup, dalga boylarına göre sırasıyla mor, mavi, yeşil, sarı, turuncu, kırmızı renklerde ortaya çıkarlar. Bunlar bitkilerin fotosentez yapabilmeleri için gerekli enerjiyi sağlar. Bu ışınların yoğunluğu, süresi ve spektral dağılımı bitkinin tepkisini etkiler. Dalga boyları 700 nm'den büyük olan kızılötesi ışınlar gözle görülemeyen ışınlardır. Bu ışınların etkisi fotosentezden çok ısınma üzerinedir. Anılan ışınlar yakın kızılötesi (NIR), kısa dalga boylu kızılötesi (SWIR), orta dalga boylu kızılötesi (MWIR), uzun dalga boylu kızılötesi (LWIR) ve uzak kızılötesi (FIR) olmak üzere 5 alt gruba ayrılır (Aldrich ve Bartok 1989, Yüksel 2004, Öztürk 2008a).

Toplam ışınım güneşten gelen 280-4000 nm dalga boyuna sahip ışınları kapsamaktadır. Yeryüzüne ulaşan toplam güneş ışınımı, doğrudan ve yaygın olarak iki bölüme ayrılır (Şekil 2.1). Doğrudan ışınım, dünya üzerindeki herhangi bir yüzeye dik olarak ve yön değiştirmeden gelen ışınımıdır. Doğrudan ışınım vektörel bir büyüklüktür (Baytorun ve Başçetinçelik 1993, Öztürk 2008b).



Şekil 2.1. Doğrudan ve yaygın ışınım (Öztürk 2008b)

Bulutsuz bir günde yeryüzüne ulaşan toplam ışınımın % 75-85'i doğrudan ışınımdır. Yaygın ışınım, atmosferden geçerken; dağılma, yutma ve yansıma nedeniyle yön değiştirmiş bir şekilde, dolaylı olarak ve her yönde gelen ışınımdır (Şekil 2.1). Yaygın ışınım, atmosferdeki havada bulunan partiküller, su buharı ve mikroskobik katı cisimlere çarparak dağınık bir şekilde gelen güneş ışınlarından oluşur. Yaygın ışınım, vektörel bir büyüklük değildir. Bulutlu bir günde güneşten gelen toplam ışınımın tamamı (% 100) yaygın ışınım şeklindedir.

Öztürk'e (2008b) göre, seranın ışınım geçirgenliği; sera ortamındaki yatay bir yüzeye ulaşan güneş ışınımının, sera dışındaki yatay bir yüzeye ulaşan güneş ışınımına oranıdır.

Bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için gerekli enerjiyi sağlayan ışığın sera içine ulaşabilmesi için seralar cam veya plastik bir materyalle kaplanırlar. Seralarda kullanılan örtü malzemeleri üç grup altında toplanabilir (Günay 1985, Baytorun 1995, Al-Helal ve Alhamdan 2009).

- **Cam**
- **Filmler (Yumuşak plastikler)**
 - Polietilen (PE)
 - Polivinilclorid (PVC)
 - Polivinilflorid (PVF veya Tedlar)
 - Polyester (Mylar)
 - Etilvinilasetat (EVA)
- **Sert plastikler**
 - Cam elyaflı polyester (CTP)
 - Polivinilclorid (PVC)
 - Polimetilmetaakrilat (PMMA)
 - Polikarbonat (PC)

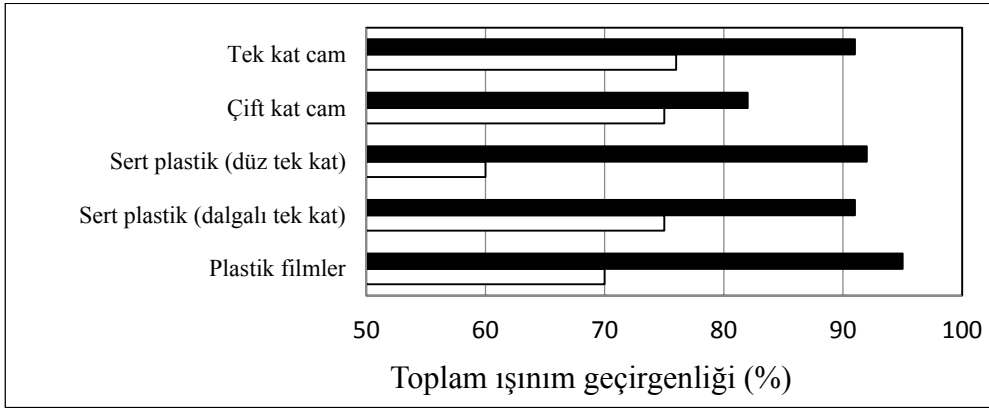
Waaijenberg (1989), Zabeltitz (1992), Baytorun ve Başçetinçelik (1993), Kürklü (2008), sera örtü malzemesi olarak kullanılan plastiklerin özelliklerinin örtü seçiminde büyük önem arz ettiğini bu nedenle aşağıda sıralanan özellikleri seralarda örtü malzemesinin seçiminde dikkat edilecek kriterler olarak bildirmişlerdir.

- Toplam ışınım geçirgenliği
- Uzun dalgalı ışınları geçirgenlik yüzdesi
- UV ışınlarını geçirgenliği
- Zamana bağlı ışınım geçirgenliği (Yaşlanma özellikleri, yaşlanmaya hassaslığı)
- Oransal nemin malzeme iç yüzeyinde yoğunlaşma durumu
- Su buharını geçirme özelliği
- Fırtına, dolu ve kar yağışına dayanım
- Mekanik özellikleri
- Toplam ısı transferi katsayısı
- Kimyasalların etkisi
- İmalat boyutları ve fiyatı

Scarascia-Mugnozza vd (2004) tarafından bildirildiğine göre; Monteith ve Unsworth, sera örtü malzemelerinin fiziksel özellikleri genellikle farklı dalga boyu aralıkları (ultraviole (UVA ve UVB) aralığı, fotosentetik etkin ışınım (PAR) aralığı, toplam ışınım aralığı ve uzun dalga boylu kızılötesi ışınım (LWIR) aralığı) için geçirgenliklerin τ (λ) ortalama değerleri olarak hesaplanan katsayılar yardımıyla belirlendiğini belirtmiştir.

Scarascia-Mugnozza vd (2004) tarafından bildirildiğine göre; ISO 9050, toplam ışınım (300-3000 nm) aralığındaki geçirgenlik katsayısı seraya giren güneş ışınımının parçasını yansıtır. Toplam ışınım geçirgenlik katsayılarının yüksek değerleri sera içindeki hava sıcaklığının artmasına sebep olur.

Papadakis vd (2000), sera örtü materyallerinin en önemli fiziksel özellikleri üç dalga bandındaki (güneş spektrumu, PAR ve uzun dalga bandı) geçirgenlik olarak kabul edilebileceğini bildirmiştir. İyi bir örtü malzemesinin PAR spektrumunda maksimum geçirgenliğe uzun dalga bandında minimum geçirgenliğe sahip olması gerektiği yaygın olarak kabul edilmektedir. Buna ek olarak örtü malzemesi, bitki yeşil aksamına ışınımın daha iyi sızması ve sera içinde ışınımın daha iyi dağılımının olması için ışınım difüzyon özelliklerine sahip olmalıdır. Ayrıca güneş spektrumunda geçirgenliğin zamana bağlı değişimi de çok önemlidir. Araştırmacılar, sera örtü malzemelerinin bazı çeşitlerinin toplam ışınım geçirgenlik değerlerini farklı kaynaklardan (kamu araştırma enstitüleri ve imalatçı firmaların laboratuvar sonuçları) elde ettiği sonuçlara göre aşağıdaki değerler olarak bildirmişlerdir (Şekil 2.2). Araştırmacılar, plastik malzemelerin (PE) en yüksek geçirgenlik değerlerini (% 70-95) gösterdiğini bildirmişlerdir.



Şekil 2.2. Bazı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliklerinin minimum ve maksimum değerleri (Papadakis vd 2000)

Baytorun ve Başçetinçelik (1993), tüm örtü malzemelerinin 280-3000 nm dalga boyuna sahip ışınları belirli oranda geçirdiklerini ve buna göre seralarda yaygın olarak kullanılan PE malzemenin bazı çeşitlerinin ışınım geçirgenliklerini aşağıdaki değerler olarak bildirmişlerdir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Farklı örtü malzemelerinin ışınım geçirgenlik yüzdeleri (Baytorun ve Başçetinçelik 1993)

| Örtü malzemesi | Kalınlık (mm) | Işınım Geçirgenliği (%) |
|------------------|---------------|-------------------------|
| PE Normal | 0.1-0.2 | 92-93 |
| PE UV katkılı | 0.1-0.2 | 89-92 |
| PE IR katkılı | 0.1-0.2 | 86-92 |
| PE UV+IR katkılı | 0.1-0.2 | 84-90 |

Kohlmeier ve Baytorun (1990), von Elsner vd (2000), Baxevanou vd (2007), sera ve örtü malzemesinin ışınım geçirgenliğinin; malzeme kalınlığı, malzeme üzerindeki kirlilik, malzeme içindeki katkı maddeleri, malzeme üzerindeki nem yoğunlaşması, malzemenin ışığı absorbe etmesi ve yansıtması, sera tipi, sera yönü, hava koşulları, güneş ışınlarının geliş açısı, yapı malzemelerinin gölgeleme etkisi, mevsimler ve günün zamanı gibi faktörlerden etkilediğini bildirmişlerdir.

Kohlmeier ve Baytorun (1990), seralarda kullanılan değişik örtü malzemesinin (cam, polimetilmetakrilat (PMMA), cam elyaflı polyester (CTP), dalgalı saydam polivinklorid (PVC), dalgalı mat sert PVC, çift katlı PVC, trapez kesitli PVC, 22 mm aralıklı PMMA, çift katlı PC, Anti-fog işlemine tabi tutulmuş etilvinilasetat (EVA), hava kabarcıklı plastik, 200 µm kalınlıklı PE, 200 µm kalınlıklı UV katkılı PE) dış iklim koşullarında zamana bağlı olarak ışınım geçirgenliğindeki değişimi Hannover Üniversitesi Bahçecilik ve Tarım Teknikleri Enstitüsünde araştırmışlardır. 200 µm' lik katkısız PE plastiğin ışınım geçirgenliği dört yılın sonunda % 93.6' dan % 84.2' e düşmüş ve malzeme parçalanmıştır. UV katkılı PE plastiğin ışınım geçirgenliği ise 1.5 yılda % 92' den % 78' e düşmüş bu değer 4. yılın sonunda % 86.1' e yükselmiştir.

Geoola vd (1998) tarafından bildirildiğine göre; Jaffrin ve Morisot, plastik malzemelerin ışık geçirgenlikleri üzerine kirlilik ve yoğunlaşmanın etkisini inceledikleri çalışmalarında kirlilik ve yoğunlaşmanın kombine etkisinin yaklaşık olarak % 40 oranında ışınım kayıplarına neden olduğunu bildirmiştir.

Mastekbayeva ve Kumar (2000), 0.2 mm kalınlıklı UV katkılı PE filmin ışık geçirgenliği üzerine tropik iklim koşulları altında toz birikiminin etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar bu amaç için yumuşak Bangkok kilinden deneysel toz hazırlamışlardır. Deneme bir aylık bir periyotta Tayland'ın Bangkok bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar 30 günlük deneme periyodu boyunca örtü materyali üzerinde yaklaşık 3.72 g/m² bir toz birikimi gerçekleştiğini ve bu tozun örtü materyalinin ışık geçirgenliğini % 87.9' dan % 75.8' e azalttığını saptamışlardır.

Geoola vd (2004), yaptıkları çalışmada anti-drop katkılı PE filmlerin yaşlanma ve güneş ışınım geçirgenliklerini 3 aylık bir periyotta çatı eğim açısı 30° olan, dokuz özdeş bölmeden oluşan deneysel model bir sera üzerinde araştırmışlardır. Çalışmada model seranın altı özdeş bölümü kullanım ömrü 1 yıl olan 3 farklı düşük yoğunluklu PE filmle (UV, UV+IR, UV+IR+AD) 2 tekerrürlü olmak üzere kaplanmıştır. Araştırmacılar yeni plastik malzemelerin (UV, UV+IR, UV+IR+AD) ışınım geçirgenliklerini kuru koşullarda bir haftalık periyotta sırası ile % 83.6, % 80.5, % 80.4 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada iki aylık bir periyotta filmlerin geçirgenlik kayıplarının yaklaşık % 5 olduğunu üç aylık bir periyotta anılan kaybın yaklaşık % 8 olduğunu ve bu kayıpların film dış yüzeyindeki toz ve kirlilik birikiminden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte çalışmada üç aylık periyotta filmlerin güneş ışınım geçirgenlikleri ıslak ve kuru koşullar için karşılaştırıldığında anti-drop katkısız filmlerin ıslak koşullarda geçirgenliklerinin kuru koşullardan daha düşük olduğunu, anti-drop katkılı PE filmin ise başlangıçta geçirgenliğinin ıslak koşullarda kuru koşullara göre daha yüksek (% +4.2) olduğunu ancak zamanla filmin anti-drop katkı maddesini kaybetmesinden dolayı 3 aylık periyotun sonunda bu farkın (% -15) olduğunu saptamışlardır.

Al-Helal ve Alhamdan (2009), Suudi Arabistan'ın Riyad bölgesindeki sert ekolojik koşullarının 0.2 mm kalınlıklı PE filmin ışınım geçirgenliği üzerine etkisini 13 aylık bir periyotta 2 model sera üzerinde araştırmışlardır. Bu amaç için sıcaklık, nem, güneş ışınım ve fotosentetik etkin ışınım (PAR) gibi iklimsel parametreler hem iç hem de dış atmosfer koşullarında ölçmüşlerdir. Çalışmada deneme süresi boyunca model seralardan biri dış atmosfer koşullarına diğeri ise örtü materyalini dış atmosfer koşullarından korumak için bir oda içine yerleştirilmiş ve bu sera ölçümlerin yapıldığı periyotta kontrol amaçlı kullanılmıştır. Araştırmacılar PE filmin toplam ışınım ve PAR geçirgenliğini çevre koşullarının (tozlanma ve kirlenme) azalttığını ve bu azalmanın ilk üç ayda hızlı bir şekilde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada ilk üç aylık periyotta PE filmin toplam ışınım ve PAR geçirgenliğinin kontrol serasına göre sırası ile % 9.0 ve % 15.3 oranında azaldığını belirlemişlerdir.

Başçetinçelik (1985), plastik malzemelerin PE, polyester film, cam takviyeli polyester (CTP), florokarbon film (FEP), çift katlı polikarbonat (PC), polimetilmetakrilat (PMMA) ve polivinilklorid (PVC)) ışık geçirgenlik özelliklerini incelemek ve cam ile karşılaştırılmak, Türkiye'nin kuzeyi ve güneyini içeren 37° ve 41° enlemler için yönlendirme, çatı eğimi ve malzemenin tek veya çift katlı olması durumuna göre blok bir seranın zamana bağlı olarak hazırlanan bilgisayar benzeşim modeli ile ışınım geçirgenlik değişimini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada, materyal olarak seçilen sera örtü malzemelerinin; doğrudan ve yaygın ışık geçirgenliğini belirlemiştir. Araştırmacı, materyal olarak seçtiği örtü malzemelerinden tek kat PE normal ve tek kat PE UV katkılı sera örtü malzemelerinin doğrudan ışınım geçirgenliğini sırasıyla % 89 ve % 87, yaygın ışınım geçirgenliklerini ise % 83 ve % 75 olarak saptamıştır.

Baytorun vd (1994), çalışmalarında farklı sera örtü malzemelerinin (normal PE, UV+IR katkılı PE, UV+IR+AF katkılı) ışınım geçirgenliğini ocak, şubat, mart ve nisan aylarında ölçmüşler ve malzemelerin ışınım geçirgenliğinin % 75-80 arasında değişim gösterdiğini, ayrıca UV+IR+AF katkılı örtü malzemesi ile kaplı serada iç sıcaklık değerinin diğer seralara oranla 0.5 °C daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Papadakis vd (2000) tarafından bildirildiğine göre; Briscoe ve Galvin, teorik ve deneysel olarak örtü malzemesinin yüzeyindeki nem yoğunlaşmasının örtünün ışınım geçirgenliğini yaklaşık olarak % 90'dan % 50'e kadar azalttığını, en önemli parametrenin ise damlaların yüzeye yaptığı değme açısının olduğunu, bu açının 40° altında olması geçirgenlikte kayba neden olmadığını ancak açının 40° fazla olması durumunda geçirgenlikte önemli bir azalmanın olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, en kötü durumun ise 90°'lik değme açısında oluştuğunu bu kötü durumun PE ve polyester malzemelerin kullanımı ile ilişkili olduğunu ispat edildiğini çünkü bu iki materyalin yoğunlaşma durumunda düşük geçirgenlik değerleri verdiğini bildirmişlerdir.

Pollet ve Pieters'a (1999a) göre, plastik örtü materyallerinin önemli bir özelliği de nemin, malzemenin iç yüzeyinde yoğunlaşma durumu olduğunu belirtmişlerdir. Genellikle sera içindeki yüksek su tüketim oranı, sera yapısının düşük yalıtım düzeyi ve yetersiz havalandırma, örtü malzemesinin iç yüzeyinde nem yoğunlaşmasına neden olur. Örtü malzemesinin iç yüzeyinde suyun damlacıklar halinde yoğunlaşması sera

içine ulaşan ışınım enerjisini azalttığı gibi örtü malzemesinin yüzey gerilimini de etkiler. Ayrıca damlacıkların bitkiler üzerine damlaması bitkilerde hastalıkların oluşmasına neden olur. Seraların ışınım geçirgenliği üzerinde yoğunlaşmanın olumsuz etkisi fark edildiğinde birçok araştırmacı bu durumu teorik ve deneysel olarak araştırmışlardır.

Pollet ve Pieters (2000), sera örtü malzemesinin yüzey sıcaklığı sera iç ortam çiğlenme sıcaklığının altına düştüğü zaman örtü malzemesinin iç yüzeyinde yoğunlaşma meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Pieters vd (1997), laboratuvar koşullarında polarize edilmiş ışınımın geliş açısına göre PE ve cam örtü materyalinin radyometrik özellikleri üzerine yoğunlaşmanın etkisini araştırdıkları çalışmalarında gelme açısının 0° olması durumunda örtü materyallerinin ışık geçirgenlikleri arasındaki farkın yaklaşık % 10 olduğunu gelme açısının artması ile camın ışık geçirgenliğinin azaldığını PE filmde ise bu azalmanın daha az gerçekleştiğini saptamışlardır. Araştırmacılar ayrıca yoğunlaşmanın PE filmin ışık geçirgenliğini % 22 oranında azalttığını camda ise ıslak koşullarda kuru koşullara göre ışık geçirgenliğinin % 10 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Pollet ve Pieters (1999b), 0.15 mm kalınlıktaki PE filmin PAR (632.8 nm dalga boyunda) geçirgenliğine yoğunlaşmanın etkisini bazı geliş açılarına göre (0° ile 75° arası) kontrollü iklim koşulları altında iki iklim odası içeren (soğuk ve sıcak kutu) bir laboratuvarda araştırmışlardır. Araştırmacılar kuru koşullarda PE filmin PAR geçirgenliğini geliş açısı 0° iken yaklaşık % 90, geliş açısı 75° iken yaklaşık % 57 olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca yoğunlaşmanın PE filmin geçirgenliğini önemli ölçüde etkilediğini geliş açısı 0° iken kuru koşullara göre geçirgenliğinin % 23 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Pollet ve Pieters (2000), 4 mm kalınlıkta standart bir cam panel (kaplamasız) ile tek katlı 0.15 mm kalınlıkta vinil asetat içermeyen bir PE filmin ışınım geçirgenliğini tam bir yoğunlaşma döngüsünde (kuru faz, akışsız yoğunlaşma, akışlı yoğunlaşma ve buharlaşma fazı) ölçmüşlerdir. Ölçümleri özel olarak geliştirilmiş bir laboratuvar ölçüm ünitesinde yürütmüşlerdir. Çalışmada ışınım kaynağı olarak HeNe-Lazer kullanıldığı için PAR'ın yayılma alanındaki (400-700 nm) 632.8 nm dalga boyundaki geçirgenlik belirlenebilmiştir. Işınım geçirgenliğini 0° , 30° ve 60° 'lik geliş açılarında gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar kuru fazda PE ve cam malzemenin ışınım geçirgenliğini sırası ile % 90 ve % 89 olarak saptamışlardır. Geliş açısının artması ile her iki örtü materyalinin ışınım geçirgenlikleri azalmıştır. Yoğunlaşmanın PE filmin ışınım geçirgenliği her üç geliş açısında da hızlı bir şekilde azalttığını (geliş açısı 0° 'de kayıp % 23) saptamışlardır. Camın ışınım geçirgenliği üzerine yoğunlaşmanın etkisi PE filmle karşılaştırıldığında küçük bir etkiye sahip olduğunu bu durumun camın yüzey geriliminden ve cam panel üzerindeki damlaların PE film üzerindeki göre daha düz yapıda olmasından kaynaklandığı bildirmişlerdir.

Pollet ve Pieters (2002), iki cam (float cam ile düşük emisiviteli cam) ve üç plastik örtü materyalinin (düşük yoğunluklu polietilen (LPDE), Anti-drop katkılı PE ve difüz ışık seçici PE film) ıslak ve kuru koşullarda PAR geçirgenliklerini laboratuvar koşullarında araştırmışlardır. Çalışmalarında yaygın ışık seçici PE filmin PAR

geçirgenliğinin materyalin ışık seçiciliğinin artması ile azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar ıslak koşullarda cam panellerin PAR geçirgenliklerinin sadece 15°'den daha büyük geliş açılarında azaldığını belirtirken (% 20 oranında), anti-drop katkı maddesi içermeyen PE filmlerin PAR geçirgenliklerinin çok küçük geliş açılarında bile % 25 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte araştırmacılar anti-drop katkılı PE filmlerin PAR geçirgenliğinin ıslak koşullardan etkilenmediğini bu nedenle ıslak koşullarda daha yüksek geçirgenlik sağladıklarını saptamışlardır.

Geoola vd (1994), anti-drop katkılı örtü malzemelerinin fiziksel özellikleri ve yaşlanma durumları ile ilgili olarak sadece bir kaç deneysel sonucun bulunduğunu bildirmişlerdir.

Geoola vd (1998), anti-drop katkılı ve katkısız 8 mm kalınlığında polikarbonat (PC) sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliklerini ve yaşlanma durumlarını (özellikle anti-drop katkı maddesinin) araştırmak için deneysel model bir sera tasarlamışlardır. Deneysel sera bir döner platform ile desteklendiği için toplam ışınım geçirgenlik ölçümleri mevsimlere ve günün herhangi bir zamanına göre güneş ışınlarının yüzey azimut açısındaki değişimleri karşılamak için döndürülebilir özelliktedir. Model seranın çatısı dokuz benzer bölümden oluşmaktadır. PC malzemelerin kuru ve ıslak koşullardaki geçirgenlikleri 0°, 22°, 41°, 46°'lik geliş açıları için 18 aylık bir periyotta test edilmiştir. Araştırmacılar, ıslak ve kuru koşullarda yeni malzemelerin başlangıç geçirgenlik değerlerini her bir bölüm için yedi günün ortalamasını dikkate almışlar ve 18 aylık periyodun sonunda geçirgenlikteki ortalama kaybın yaklaşık % 17.4 olduğunu ancak malzemenin yıkanması ile bu kaybın % 9 olduğunu saptamışlardır. Çalışmada malzemelerin kuru ve ıslak koşullardaki geçirgenlikleri karşılaştırıldığında anti-drop katkılı malzemelerin ıslak koşullarda kuru koşullara göre yaklaşık % 2-7 oranında daha yüksek geçirgenlik değerleri gösterdiğini ancak anti-drop katkısız malzemelerin ise anılan koşullarda yaklaşık % 4 oranında daha düşük geçirgenlik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Geoola vd (2000), anti-drop katkılı ve katkısız dalgalı 16 mm derinlikli polikarbonat (PC) sera örtü malzemelerinin ıslak ve kuru koşullarda toplam ışınım geçirgenliklerini deneysel model bir sera üzerinde araştırmışlardır. Araştırmacılar anti-drop katkılı PC örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliklerinin ıslak ve kuru koşullarda hemen hemen aynı olduğunu ancak anti-drop katkısız PC plakaların ıslak koşullarda geçirgenliklerinin kuru koşullara göre yaklaşık olarak % 10 az olduğunu belirlemişlerdir.

Montero ve Anton (2003), seranın ışık geçirgenliğindeki artışın sadece kuzey enlemlerdeki ülkeler için değil aynı zamanda Akdeniz iklimin egemen olduğu ülkeler içinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar Japonya da 20 yıldır kullanılan tetrafluoroetilen kopolimer (H2) olarak adlandırılan 60 mikron kalınlığında yüksek ışık geçirgenlikli ve uzun ömürlü filmin ışık geçirgenliğini ve domates bitkisinin gelişimi üzerine etkisini 3 katlı co-extruded (H1) olarak adlandırılan bir filmle kontrol etmek için kıyaslamışlardır. Araştırmacılar bölgede kış aylarında güneş ışınlarının geliş açısının düşük olması ve örtü üzerinde gözle görülür nitelikte toz birikimin oluşmasına karşın H2 filmin ışık geçirgenliğinin (sezon boyunca % 81-83) H1'e göre (sezon boyunca yaklaşık % 63) daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Araştırmacılar ayrıca iklimsel parametrelerin (hava sıcaklığı, toprak sıcaklığı ve nem) ise her iki serada benzer olduğunu ancak domates bitkisinin verim ve kalite değerlerinin H2 filmle örtülü serada daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Hemming vd (2007), ışık difüzyonu sağlayan plastik filmlerin Hollanda ekolojik koşullarında hıyar bitkisinin gelişimine etkilerini 150 m² taban alanlı 4 cam serada araştırmışlardır. Çalışmada sera içindeki ışık koşullarını değiştirmek için cam seralardan ikisinin çatı ve yan duvarlarını ışık difüzyonu sağlayan plastik filmle, diğer ikisini standart bir plastik filmle kaplamışlardır. Araştırmada iklimsel etmenlerden sıcaklık, nem, CO₂ konsantrasyonu, havalandırma açıklığı, güneş ışınımı, PAR ve bitki sıcaklığı ölçümlerinin yanı sıra bir Sunscan sistemi ile bitkiler arasında ışık dağılımı bulutlu ve açık gökyüzü koşullarında yatay ve düşey düzlemlerde ölçmüşlerdir. Elde edilen sonuçlara göre ışık difüzyonu sağlayan plastik filmle kaplı seraların PAR geçirgenlikleri diğer filme göre % 4 daha az olmasına karşın yatay düzlemde ışık dağılımının uniform olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar anılan örtü materyali ile difüze edilmiş ışığın özellikle yaz aylarında hıyar bitkisinin gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Charinpanitkul vd (2007), ağırlık olarak farklı mikrosilika içerikli (% 0, % 1.5, % 3 ve % 6) PE filmlerin optik ve mekanik özelliklerini aynı tip seralarda araştırdıkları çalışmalarında mikrosilika oranının artması ile PE filmlerin ışık geçirgenliği ve çekme dayanımının azalmasına karşın uzun dalga boylu (IR) ışınları soğurma özelliklerinin arttığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca bitki gelişimine (yeşil fasulye) etkisi konusunda en iyi performansı ağırlık olarak % 6 oranında mikrosilika içeren PE filmde gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Katsoulas vd (2007), 2006 yılı eylül ve aralık aylarında yürüttükleri çalışmalarında anti-drip katkı maddeli PE örtü materyallerinin sera içi mikro-klima ve durgun su kültüründe yetiştirilen hıyar bitkisinin gelişimine etkilerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada üç adet benzer özelliklere sahip seraları standart bir PE film, Anti-drip (AD) katkılı PE film ve AD+Anti-fog (AF) katkılı PE filmle kaplamışlardır. Çalışmada seralar PE filmlerle kaplanmadan önce laboratuvar koşullarında spektrometre ile örtü materyallerinin spektral geçirgenliklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar laboratuvar koşullarında üç filmin spektral geçirgenliklerinin benzerlik gösterdiğini ancak arazi koşullarında AD+AF katkılı PE filmin toplam ışınım geçirgenliğinin diğer filmlerden daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, AD katkılı PE filmle kaplı serada nem seviyelerini daha yüksek saptamışlardır. Çalışmada bitki gelişimi ve verimin her üç serada benzer olduğu ancak yaprak alan indeksi değerlerinin AD katkılı PE filmde biraz daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Abou Hadid ve Eissa (1994), Mısır da ılıman kış koşullarında dolmalık biber yetiştirilen bir plastik sera ile ve açık tarla koşullarındaki hava sıcaklığı ve oransal nem değerlerini 2 yıl süreyle günlük olarak aynı zaman aralıklarında ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, plastik serada kaydedilen hava sıcaklığının deneme süresi boyunca güneşin batışından bir iki saat sonra dış sıcaklığın altına düşmeye başladığını ve güneş doğduktan bir iki saat sonraya kadar sıcaklık düşüşünün devam ettiğini saptamışlardır.

Araştırmacılar, plastik serada gece sıcaklık düşüşüne bazı çevre faktörlerinin de sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Günay (1994), sera inşaatı ve iklim düzenlenmesi bakımından yapılacak harcamaların giderek büyük boyutlara ulaştığını, sera konstrüksiyonundan başlayarak örtü malzemesi, ısıtma teknikleri ve sera içi donanımına kadar birçok konunun yeniden ele alınması gerektiğini vurgulamıştır. Bu nedenle, örtü malzemesinin seçimi ve kullanımının da incelenmesi gereken önemli etken olduğunu ve örtü malzemesinin amacının yalnızca kaplama olmadığını bildirerek ağırlığının, çeşitli etmenlere karşı dayanma gücünün, ışık ve ısı iletim özelliklerinin sera maliyetini ve sera içi iklimini büyük ölçüde etkilediğini belirtmiştir.

Weimann (1985), seralarda farklı örtü malzemelerinin ışık geçirgenliği konusunda yaptığı çalışmada plastik seraların olumlu ve olumsuz yönlerini sıralamıştır. Plastik örtü malzemesinin büyük alanları tek parça olarak kapatabilmesi ve birim alandaki örtü yükünün küçük olması nedeniyle, taşıyıcı kolon ve çatı sisteminin küçük kesitli yapılması en büyük avantaj olarak görülmektedir. Isı geçirgenliğinin yüksek olması nedeniyle kışın ısı gereksiniminin artırılması ise plastik örtü malzemesinin olumsuz yönünü oluşturmaktadır. Araştırmacı tarafından, olumsuzluğun giderilmesi için çift katlı plastik örtü malzemelerinin kullanılmasının gerekliliği vurgulamakta ancak bu durumda da ışık geçirgenliğinin azalmasının ortaya çıktığı belirtilmektedir.

Cevri (1999), Akdeniz bölgesindeki değişik örtü malzemeli seralarda, ışınım geçirgenlikleri ile güneş ışınımı ve PAR'ın belirlenmesi üzerine bir araştırma yapmıştır. Araştırma, Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü ve Antalya bölgesindeki değişik özelliklerdeki cam ve plastik seralarda Şubat, Mart ve Nisan aylarında yürütülmüştür. Araştırmacı en yüksek toplam ışınım (% 66.2, % 78.7) ve PAR (% 68.1, % 78.5) geçirgenlik değerlerini sırasıyla doğu batı yönünde konumlandırılmış 18 m açıklıklı cam sera ile kuzey güney yönünde konumlandırılmış PE kaplı 5.5 m açıklıklı yay çatılı plastik serada saptamıştır.

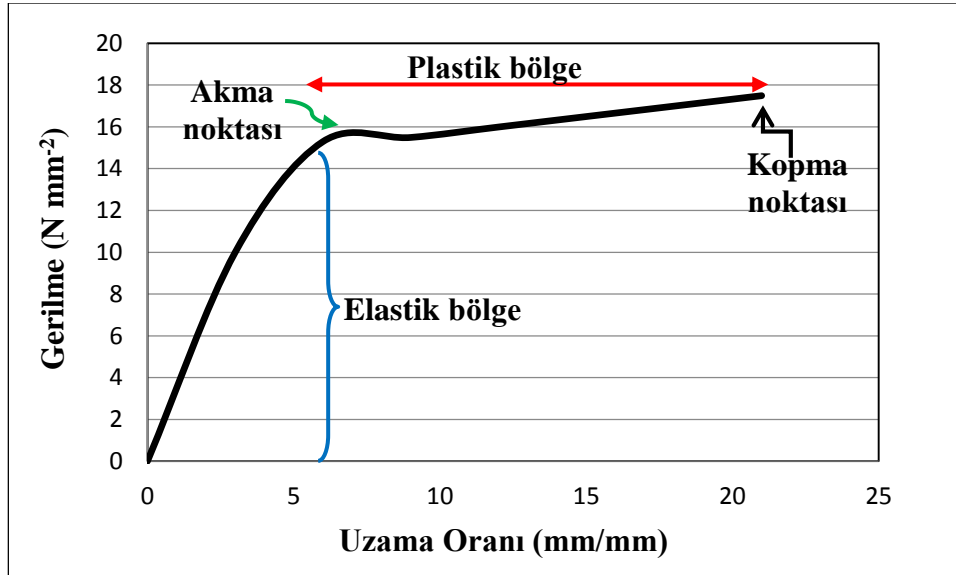
Cemek ve Demir (2005), farklı plastik örtü malzemelerinin yoğunlaşma özellikleri ve ışınım geçirgenliklerini sekiz adet birbirinden bağımsız model serada 3 aylık bir periyotta Samsun yöresi ekolojik koşullarında belirlemişlerdir. Çalışmada sera örtü malzemesi olarak 150 µm kalınlıklı ultraviyole katkıli polietilen (UV+PE), infrared katkıli polietilen (IR+PE), normal PE ve çift katlı PE örtü malzemesi kullanılmıştır. Araştırmacılar, 3 aylık periyotta malzemelerin ışınım geçirgenliklerinin kuru koşullarda, ıslak koşullara göre daha yüksek olduğunu; çift katlı PE film ışınım geçirgenliğinin en düşük normal PE'nin ise en yüksek olduğunu ve kirlilikten dolayı geçirgenlikteki ortalama kaybın yaklaşık olarak % 9-15 olduğunu saptamışlardır.

Pehlivan (2008), farklı firmalar tarafından üretilen aynı tip dört adet (A, B, C ve D) PE sera örtü malzemesinin bazı fiziksel özelliklerini (toplam ışınım, PAR, UVA, UVB) dört adet model serada Antalya ekolojik koşullarında Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında saptamıştır. Çalışmada toplam ışınım için 400-1050 nm, PAR için 400-700 nm, UVA için 320-400 nm, UVB için 280-320 nm dalga boyuna duyarlı algılayıcılar kullanılmıştır. Araştırmacı, aynı tip PE malzemenin (A, B, C, D) toplam ışınım geçirgenliğini sırasıyla % 79, % 80, % 76, % 83 olarak saptamıştır.

2.2. Sera Örtü Malzemelerinin Mekanik Özellikleri

Alkan (1977), sera örtü malzemesi olarak kullanılan malzemeden istenilen en önemli mekanik özelliklerin; dolu darbesine benzer darbelere dayanıklılık ile, rüzgar ve kar yükü etkisine benzer yükü anormal eğilme, yırtılma, kopma ve kırılma göstermeden çekebilme özelliği olduğunu bildirmiştir.

Akkurt (2007), genelde mekanik davranışın yük altında bulunan malzemelerin bünyesinde meydana gelen gerilme ve şekil değiştirmeleri açıklayan bir kavram olduğunu, plastiklerin mekanik davranışlarını incelerken dikkate alınması gereken birinci hususun malzemenin kimyasal yapısı ve fiziksel haline bağlı olduğunu belirtmiştir. PE, etilen monomer' nin polimerizasyonu ile elde edilen düz zincir veya dallanmış zincir şeklinde bir kimyasal yapıya sahip olan bir termoplastiktir. Zincirlerin birbirine göre tertiplenme şekilleri plastiklerin fiziksel yapısını meydana getirmektedir. Bu bakımdan amorf ve kristalin olmak üzere esasen iki yapı vardır. Amorf yapıda molekül zincirleri, birbirlerine göre gelişigüzel karışık bir şekilde bulunurlar. Kristalin yapıda molekül zincirleri birbirlerine göre üç boyutlu bir düzeni andıran düzenli şekilde bulunurlar. PE'nin ise kısmikristalin özellik gösteren bir fiziksel yapısı vardır. Kısmikristalin plastiklerin özellikleri yapıda mevcut olan kristalin oranının yüzdesine bağlıdır. Bu yüzde kristalinite derecesi denilen bir faktör ile ifade edilir ve PE' nin kristalinite derecesi % 45-55' dir. PE gibi yumuşak plastiklerin gerilme ve şekil değiştirme diyagramları (σ - ϵ) diyagramı doğrusal ve doğrusal olmayan olmak üzere iki kısımdan meydana gelmektedir (Şekil 2.3). Doğrusal kısım malzemenin elastik, doğrusal olmayan kısım ise plastik şekil değiştirme bölgesini göstermektedir. Elastik bölgede yükün kalkması ile malzeme tamamen eski halini alır. Plastik bölgede ise yükün kalkması ile malzeme eski halini alamaz. Buna göre yük altında kalan PE malzeme elastik ve gevrek olmak üzere iki farklı davranış gösterir.



Şekil 2.3. Yumuşak plastik malzemenin gerilme-şekil değiştirme diyagramı (Akkurt 2007)

Akkurt (2007), en çok kullanılan termoplastik olan PE'nin çok değişik özellikleri olduğunu genellikle PE' nin tok, çok iyi elektriksel ve kimyasal özellikleri, düşük sürtünme katsayısı, sıfıra yakın nem emme özelliği ve kolay işlenebilen bir plastik olduğunu çalışma sıcaklıklarının ise - 4.5 °C ile + 90 °C arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca PE' nin yoğunluklarına göre alçak yoğunluk, orta yoğunluk ve yüksek yoğunluk olmak üzere üç gruba ayrıldığını, alçak yoğunluklu PE' nin (PE-LD) iyi tokluk ve esneklik, alçak sıcaklıklarda darbe mukavemetine ve film şeklinde berraklık gibi özelliklere sahip olduğunu ancak sıcaklığa karşı mukavemetinin oldukça düşük olduğunu PE-LD' nin bir çeşidinin ise lineer alçak yoğunluklu polietilen (PE-LLD) olduğunu anılan filmin darbeye, yırtılmaya, sıcaklığa ve çevre koşullarına daha dayanıklı olduğunu belirtmiştir.

Dilara ve Briassoulis (2000), seralar için kullanılan farklı PE tabakalarının yoğunluklarını aşağıdaki gibi bildirmiştir.

Çizelge 2.2. Farklı PE tabakaların yoğunlukları (Dilara ve Briassoulis 2000)

| PE sınıfı | Yoğunluk (kg m ⁻³) |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Lineer düşük yoğunluk (LLDPE) | 920-930 |
| Düşük yoğunluk (LDPE) | 910-925 |
| Orta yoğunluk (MDPE) | 940 |
| Yüksek yoğunluk (HDPE) | 955-977 |

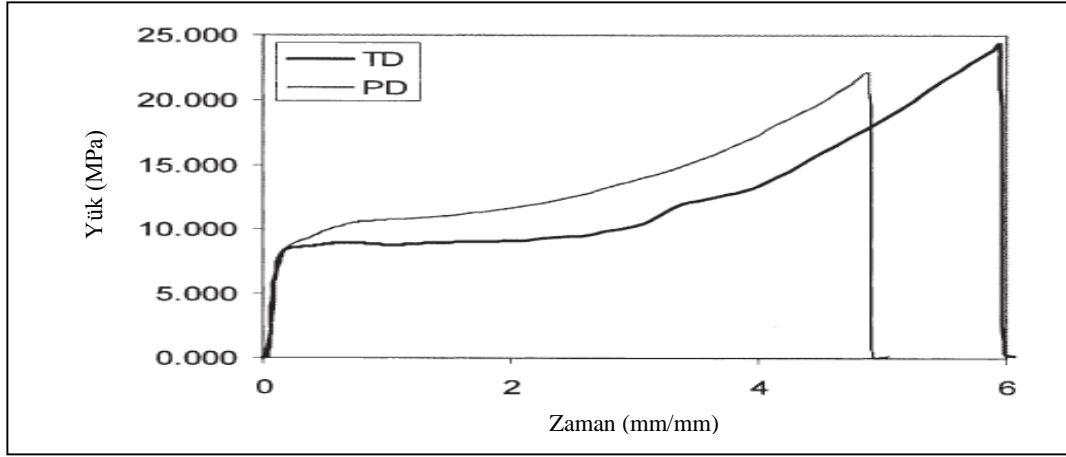
Dilara ve Briassoulis (2000), sera örtü malzemesi olarak kullanılan düşük yoğunluklu PE malzemenin (LDPE) bazı mekanik özelliklerini malzemenin yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi sıralamıştır;

- Yoğunluğu (kg/m³) : 910-925
- Kristal eritme sıcaklığı (°C) : 95-130
- Çekme mukavemeti (MPa) : 4.1-15.9
- Elastiklik modülü (MPa) : 96.5-262
- Kopmada uzama (%) : 90-800

Araştırmacılar, LDPE malzemelerin bozulmasını etkileyen kritik faktörlerin toplam güneş ışınımı, hava sıcaklığı, bağıl nem ve nem yoğunlaşması, mekanik gerilim, kimyasal tarım ürünleri, hava kirliliği ve kritik kombinasyonları kapsadığını bildirmişlerdir.

Özçelik (2000) tarafından bildirildiğine göre; Savaşçı ve Beşergil, mekanik özelliklerden biri olan çekme dayanımı, malzemelerin gücünü gösteren en önemli özelliklerden biri olmaktadır. Çekme dayanımı bir çekme deneyi esnasında deney parçasının dayanabildiği en büyük çekme gerilimi diye tanımlanmaktadır. Bu çekme deneyinde malzemeyi iki ucundan tutup uzatmaya başlamak ve gerdirerek koparmak için gerekli güç miktarları belirlenebilmekte, uzama miktarları ve uygulanan güç göz önünde bulundurularak esneklikleri veya kırılma noktaları hakkında bir yargıya varılabilmektedir. Bu deney testinde fazla uzayan plastikler elastik bir yapıdadırlar. Uzama miktarı malzemenin darbelerle dayanımının da bir göstergesi olduğundan, orta derecede uzamalar plastik malzemenin aranan özelliklerinden biri olmaktadır.

Briassoulis ve Aristopoulou (2001), çalışmasında sera örtü malzemesi olarak düşük yoğunluklu polietilen malzemenin (LDPE) mekanik özelliklerini standart deney yöntemlerine (çekme deneyi) göre ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, LDPE sera örtü malzemesinin paralel (makine işleniş yönü) ve ters (makine işleniş yönünün tersi) yöndeki gerilme-şekil değiştirme eğrilerini laboratuarda Şekil 2.4' de gösterildiği gibi elde etmişlerdir.



Şekil 2.4. Test boyu 5 cm ve test hızı 500 mm/dk olan bir örneğin paralel ve ters yöndeki gerilme-şekil değiştirme eğrileri (Briassoulis ve Aristopoulou 2001)

Briassoulis ve Schettini (2003), çekme testi ile elde edilen LDPE sera örtü malzemelerinin gerilme-uzama eğrilerinin malzemenin elastik (esnek) özellikleri, plastik deformasyondaki özellikleri, uzaması ve çekme mukavemeti ile ilgili bilgiler verdiğini bildirmişlerdir.

Yıldızlı (2011), çekme deneyi sonucunda malzemenin orantı sınırı, elastiklik sınırı, akma sınırı ve çekme dayanımı gibi mukavemet değerleri ile kopma uzaması, kopma büzülmesi ve tokluk gibi süneklik değerlerinin belirlendiğini bildirmiştir.

Briassoulis vd (1997b), Dilara ve Briassoulis (2000), sera örtü malzemesi olarak kullanılan LDPE malzemenin fiziksel yapı olarak kısmi kristalin özellikli bir malzeme olduğunu ve LDPE malzemenin genellikle esnek bir malzemenin tipik çekme gerilme-uzama ilişkisini (düşük modüllü, düşük akma sınırı ancak çok yüksek uzama ve yüksek kopma gerilimi) sergilediğini belirtmişlerdir.

Al-Helal ve Alhamdan (2009) tarafından bildirildiğine göre; Gruenwald, Vishu, PE malzemenin üretim aşamasının kalıptan çıkarılması esnasında moleküllerin dizimi çekme özelliklerini önemli düzeyde etkiler; bu etkilenme Van der Waal's bağları tarafından domine edilen ters doğrultuyla (makine işleniş yönünün tersi) karşılaştırıldığında kovalent bağlı karbon-karbon zinciri yönünde daha yüksektir (Şekil 2.4).

Briassoulis (2005) tarafından bildirildiğine göre; Henninger, özellikle 290-400 nm aralığındaki güneş ışınımının doğal hava koşullarına maruz bırakılan LDPE

malzemelerin kimyasal yapısını etkilediğini bu durumun ise örtünün mekanik ve fiziksel özelliklerini etkilediğini belirtmiştir.

Dilara ve Briassoulis (1998), sera örtü malzemesi olarak kullanılan PE filmlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkileyen faktörleri ürün işleme ve işleyiş özellikleri, yörenin iklimi ve dış ortam koşulları ile mikroklima koşulları olmak üzere üç kategoride gruplandırmıştır.

Dilara ve Briassoulis (2000) tarafından bildirildiğine göre; Henninger ve Pedrazetti, bir materyalin başlangıç mekanik mukavemeti % 50 oranında azaldığı zaman anılan materyalinin kullanım ömrünü tamamladığını bildirmiştir.

Briassoulis vd (1997b), Dilara ve Briassoulis (1998), sera örtü malzemelerinin mekanik özellikleri, cam ve plastik ile ilgili genel veya özel test yöntemleri kullanılarak test edilebileceğini, Avrupa'da cam ve plastik malzemelerin spesifik olarak sera örtü malzemesi olarak kullanılması nedeniyle mekanik özelliklerinin belirlenmesinde mevcut bir standardın bulunmadığını, bu özelliklerin belirlenmesinde mevcut cam veya plastik ile ilgili olan standartlardan (ASTM, ISO, BS ve DIN) yararlanıldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, sadece Fransız ve İtalyan standartlarının plastik malzemenin spesifik olarak sera örtü malzemesi olarak kullanımı durumunda bazı mekanik özellikleri kapsadığını belirtmişlerdir. Anılan standartlar Fransız (NFT 54-190) "Plastik malzemeler, tarımsal filmler, özellikler ve test yöntemleri" ve İtalyan (UNI 9298) "Sebze, meyve ve çiçek yetiştiriciliğinin yapıldığı sera ve tüneller için uygun renksiz, saydam plastik film. Gereksinimler ve test yöntemleri" olarak belirtilmiştir. Bu standartlar da sera örtü malzemelerinin mekanik özelliklerini yoğunluğu, boyutları, çekme dayanımı, darbe dayanımı, dolu dayanımı, sünme, kopma dayanımı, sertlik dayanımı ve aşınma dayanımı olarak bildirilmiştir.

TSE (2003a), Termoplastik Kaplama Filmleri - Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliği ve Tarımda Kullanılan başlıklı standardında sera örtü malzemesi olarak kullanılan termik opak film kaplama malzemeleri için filmin anma kalınlığına bağlı olarak gerekli bazı mekanik özellikleri aşağıdaki gibi bildirmiştir (Çizelge 2.3):

Çizelge 2.3. Termik opak filmlerin bazı mekanik özellikleri (TSE 2003a)

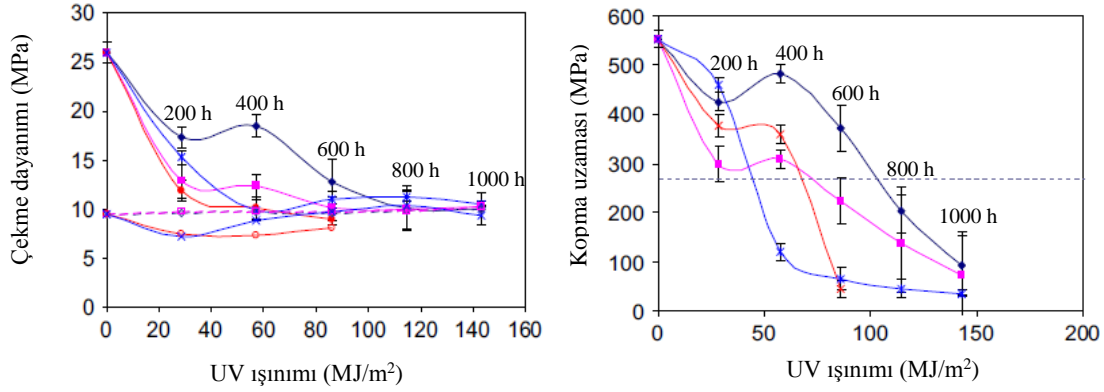
| Filmin anma kalınlığına (μm) | Kopma anında çekme gerilmesi (MPa) (MD, TD) | Kopma anında çekme uzaması (%) (MD, TD) | Kütle düşürme deneyi (cN) | Sünme deneyi (%) (MD) |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| ≥ 70 | ≥ 16 | ≥ 180 | ≥ 120 | - |
| ≥ 80 | ≥ 16 | ≥ 200 | ≥ 140 | - |
| ≥ 100 | ≥ 16 | ≥ 250 | ≥ 200 | ≤ 30 |
| ≥ 150 | ≥ 16 | ≥ 300 | ≥ 300 | ≤ 30 |
| ≥ 180 | ≥ 16 | ≥ 400 | ≥ 350 | ≤ 30 |
| ≥ 200 | ≥ 16 | ≥ 400 | ≥ 400 | ≤ 30 |

TSE (2003b), Plastik Film ve Levhalar-Serbest Düşen Kütle Metodu ile Darbe Mukavemetinin Tayini-Bölüm 1: Merdiven Metodu başlıklı standardının kapsamını, belirli bir yükseklikten serbest olarak düşürülen bir kütlenin darbesine maruz bırakılan,

kalınlığı 1 mm'den az olan plastik film ve levhalarda, deneye tabi tutulan deney parçalarının % 50'sinde hasarlanmaya sebep olan enerjinin tayini için uygulanan metodları kapsar. Bu standardda, Metod A ve Metod B olmak üzere iki farklı deney metodu verilmiştir. Metod A 0.066 m \pm 0.01 m yükseklikten düşürülen ve çapı 38 mm \pm 1 mm olan yarı küresel bir uca sahip bir kütle kullanılır. Bu metod, yaklaşık 0.05 kg ile 2 kg'lık kütle kullanıldığında darbe mukavemeti yetersiz kalan malzemeler için uygulanabilir. Metod B 1.50 m \pm 0.01 m yükseklikten düşürülen ve çapı 50 mm \pm 1 mm olan yarı küresel bir uca sahip bir kütle kullanılır. Bu metodun, uygulanabilme aralığı yaklaşık 0.3 kg ile 2 kg'dır.

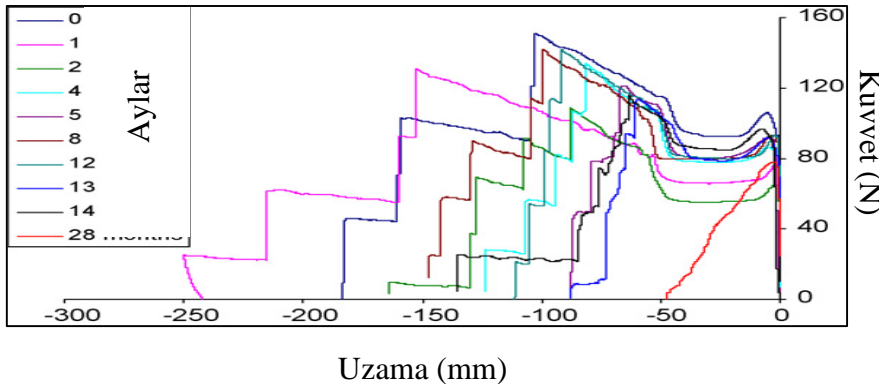
Briassoulis ve Aristopoulou (2001) Avrupa düzeyinde yürütülen bir araştırma projesi çerçevesinde, yaptıkları çalışmada sera örtü materyallerinin bazı mekanik özelliklerini ölçmek için kabul edilen mevcut standart test yöntemlerini, bu yöntemlerin adaptasyonu ve uyum sonuçlarını spesifik teknik önerilerle birlikte değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, LPDE filmlerin kalınlığının tüm mekanik özelliklerin ölçümü için temel bir özellik olduğunu çünkü ilgili standartlara göre belirlenen önemli mekanik özellik değerlerinin (kopmada uzama, darbe dayanımı, yırtılmanın yayılması direnci vb.) malzemenin kalınlığına bağlı olduğunu bu nedenle mümkün olduğu kadar doğru ölçülmesi gerektiğini ayrıca LPDE filmlerin kalınlığının 0.05 mm (çeşitli tarımsal uygulamalar için) ile 2.0 mm'den (sera filmleri için) daha fazla bir aralıkta değiştiği bildirmişlerdir. Avrupa' da LPDE filmlerin çekme özellikleri ASTM D 882 standardına göre ölçülmektedir.

Briassoulis (2005), sera örtü materyali olarak kullanılan düşük yoğunluklu 0.2 mm kalınlıklı polietilen (katkısız PE) filmlerin yaşlanması üzerine kritik faktörlerin (UV ışınımı, sıcaklık, maruz kalma süresi, çekme gerilimi ve İtalya'da Vapam olarak adlandırılan etkili bir zirai mücadele ilacı) kombine etkilerini yapay yaşlandırma koşullarında araştırmıştır. Çalışmada kısa bir periyotta yaşlanmanın basit özelliklerini araştırmak için katkısız LPDE film kullanılmıştır. Yapay yaşlandırma ISO 4892-2 standartlarına göre uygulanmıştır. Bu standartta göre LPDE film 340 nm dalga boyunda ışınım ve 65 \pm 3 °C'lik sıcaklığa maruz bırakılmıştır. Yapay yaşlandırma Xenotest cihazında gerçekleştirilmiştir ve örnekler 200 saat aralıklarla test için alınmış toplamda ise 1000 saatlik bir yapay yaşlandırmaya maruz bırakılmıştır. Çalışmada LPDE filmin yapay yaşlanması üzerinde UV ışınımı ve sıcaklık etkisinin araştırıldığı işlenmemiş test serisi; UV ışınımı, sıcaklık ve çekme geriliminin kombine etkisinin araştırıldığı gerilimli test serisi; UV ışınımı, sıcaklık, zirai mücadele ilacının kombine etkisinin araştırıldığı zirai mücadele ilaçlı test serisi; UV ışınımı, sıcaklık, zirai mücadele ilacı ve çekme geriliminin kombine etkisinin araştırıldığı gerilimli+zirai mücadele ilaçlı test serisi olmak üzere 4 test serisi belirlenmiştir. Araştırmacı 1000 h sonunda örneklerin kopmada uzama değerlerinin 4 test serisi için sırası ile % 83, % 87, % 93 ve % 92 oranında azaldığını bu azalmanın en fazla zirai mücadele ilaçlı test serisinde gerçekleştiğini bununla birlikte örneklerin çekme gerilim değerlerinin tüm test serileri için yaklaşık olarak % 60 oranında azaldığını bildirmiştir (Şekil 2.5). Araştırmacılar, yaşlanmış malzemenin mekanik davranışı elastik bir yapıdan gevrek bir yapıya yavaş yavaş değiştiğini bildirmişlerdir.



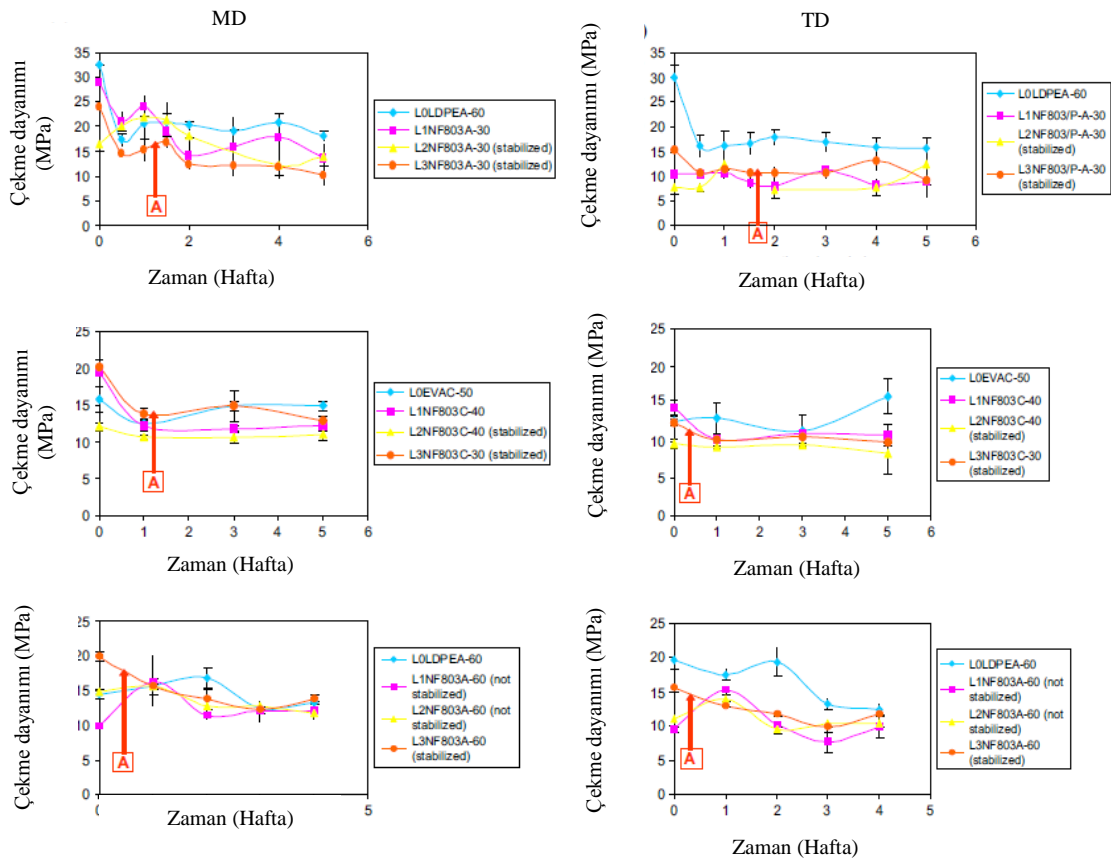
Şekil 2.5. Yapay yaşlanma koşulları altında UV ışınımına karşı çekme dayanımı ve kopma uzaması değerleri (Briassoulis 2005)

Alhamdan ve Al-Helal (2009), Suudi Arabistan'ın Riyad bölgesinde 0.2 mm kalınlıklı tek katlı PE bir filmin mekanik özellikleri (çekme, penetrasyon ve kayma mukavemeti) üzerinde iklim koşullarının etkisini deneysel evaporatif soğutmalı 2.4×3.6 m boyutlarında model bir serada 14 ay boyunca araştırmışlardır. Mekanik testler için PE örneklerin toplanmasını kolaylaştırmak amacıyla model seranın çatısı 20×20 cm boyutlarında 30 adet 30×30 cm boyutlarında 24 adet bölümden oluşturmuşlardır. Toplanan PE örnekler çekme testi için 6.0×3.8 cm boyutlarında 5 parçaya, penetrasyon testi için 5×4 cm boyutlarında 5 parçaya, kayma testi için 11×12 cm boyutlarında 5 parçaya kesilmiş ve çalışmadan elde edilen bulgular beş parçanın ortalama değerleri olarak vermişlerdir. Çalışmada örtü materyallerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde bir doku analiz cihazından faydalanmış ve ölçümleri aylık gerçekleştirmişlerdir. Doku analiz cihazı ile elde edilen yük-uzama eğrileri elastik ve plastik bölge olmak üzere 2 aşamada karakterize etmişlerdir. Araştırmacılar örtü materyalinin mekanik özelliklerinin iklim koşullarının etkisiyle zamana bağlı azaldığını, ancak çekme test sonuçlarının penetrasyon ve kayma test sonuçlarına göre bu durumu daha iyi yansıttığını bildirmişlerdir. Çalışmada çekme testinde örtü materyali yeni iken örneği koparmak için gerekli yükün 21693 N/mm olduğu ancak 14. ayın sonunda bu yükün 6658 N/mm olduğunu belirtmişlerdir. Kopmada uzama verilerine dayanarak PE filmin kullanım ömrünün test edilen koşullar altında 12 ay olduğunu saptamışlardır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. PE malzemenin mekanik davranış eğrilerinin çekme testleri için zamana bağlı değişimi (Alhamdan and Al-Helal 2009)

Briassoulis (2006), açık tarla koşullarında biodegradable (biyolojik olarak parçalanabilen) tarımsal filmlerin mekanik davranışını (çekme dayanımı, kopmada uzama ve yırtılma direnci) araştırmıştır. Araştırmacı çalışmasında deneysel olarak özel bir şekilde dizayn ve imal edilmiş alçak tünel ve malç biodegradable filmlerin tüm mekanik ve yaşlanma/bozulma davranışlarını açık tarla koşullarında 3 yıllık bir periyotta dört farklı Avrupa bölgesinde (İtalya, Yunanistan, Fransa ve Almanya) analiz etmiştir. Biodegradable filmlerin yanı sıra geleneksel PE/EVA filmler kontrol olarak kullanılmıştır. Araştırmacı, kullanım ömrü boyunca biodegradable malç ve alçak tünel filmlerin performanslarının makine işleniş yönündeki çekme dayanımları açısından geleneksel filmlerle kıyaslanabileceğini makine işleniş yönünün tersinde ise biodegradable filmlerin çekme dayanımının başlangıç değerlerinden daha aşağıdaki değerlere ulaştığını bildirmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Atina (a,b,e,f) ve Montpellier'de (c,d) tarla koşullarına maruz bırakılan biodegradable alçak tünel filmler için paralel (MD) ve trans (TD) yönde tipik çekme gerilim eğrileri (Briassoulis 2006)

2.3. Işığın Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi

Işık, bitkisel üretimde bitki gelişimini etkileyen başlıca faktörlerden birisidir. Bitkiler ışığa karşı değişik şekillerde tepki gösterirler. Işık, bitkilerde aşağıdaki işlemlerin gerçekleşmesi ve düzenlenmesini sağlar (Jensen ve Malter 1994, Öztürk 2008):

- Fotosentez
- Klorofil sentezi
- Tohumun çimlenmesi
- Fide çıkışı
- Vejetatif gelişme
- Çiçeklenme
- Fototropizm
- Fotoplazmik yoğunluk
- Fotoperiyodizm

Alkan (1977), ışığın farklı renklerdeki dağılımı, ışık yoğunluğu, günlük ışıklanma süresi ve gelişme boyunca toplam ışıklanma süresi gibi faktörlerin bitki gelişmesinde etkili olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, ışıklanma miktarı ve süresi ile ışık tayfı (spektrumu) bileşiminin; bitkinin büyüme şekli ve oranında önemli rolü olduğunu belirtmiştir.

Başçetinçelik (1977), bitkilerin ışınımaya karşı göstermiş oldukları tepkilerin, 8 enerji dalga boyu bandında toplandığını ve fizyolojik tepkilere bağlı olarak seçilen bu dalga boyu bantlarını Çizelge 2.4' de belirtildiği gibi sınıflandırıldığını bildirmiştir.

Çizelge 2.4. Bitkilerin fizyolojik tepkilerine bağlı olarak ışınım dalga boyu (Başçetinçelik 1977)

| Dalgaboyu (nm) | Bitkilere etkisi |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| > 1000 | Sadece ısıtma etkili |
| 700-1000 | Bitki boyunun uzamasında etkili |
| 610-700 | Fotosentez için en yüksek etki düzeyi, klorofil sentezi ve fotoperiyodizm |
| 510-610 | Fizyolojik etki düzeyi en düşük |
| 400-510 | Sarı pigmentler tarafından yutma, klorofil sentezi ve fotosentezik etkinliğin en yüksek olduğu ikinci bölge, kuvvetli şekillenme etkisi |
| 315-400 | Şekillenme etkisinin sınırlanması |
| 280-315 | Birçok bitki türü için zararlı etki |
| < 280 | Bitki yaşamı için öldürücü etkiler |

Araştırmacı; 700-1000 nm, 610-700 nm ve 400-500 nm dalga boyu bantlarında fizyolojik etkinliğin en yüksek olduğunu, anılan dalga boylarının bitkide temel fotokimyasal olayların başlatılması ve emme spektrumlarıyla ilgili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, fotosentez işleminde 435 nm dalga boyunda % 100 ve 675 nm dalga boyunda % 60 olmak üzere en yüksek iki bağıl tepkinin oluştuğunu, 580 nm dalga boyunda % 20 gibi en düşük bağıl tepkinin meydana geldiğini bildirmiştir.

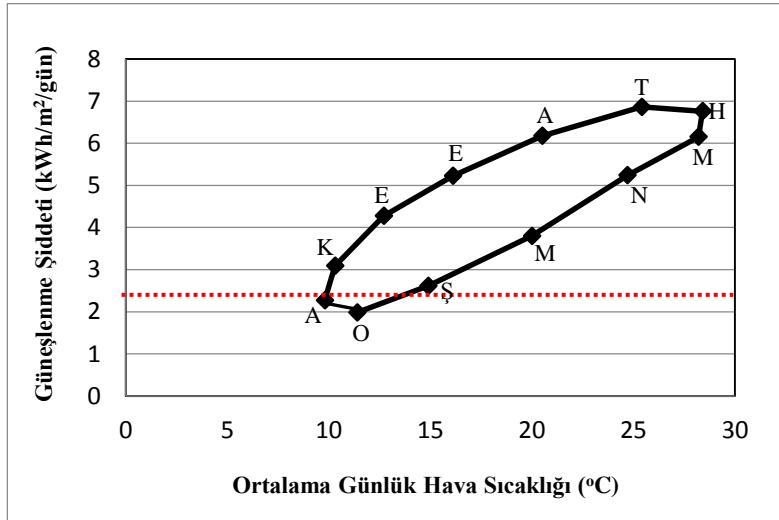
Alkan (1977), Yüksel (1995), güneş ışınlarıyla gelen enerjinin mevsimler ve günün saatine bağlı olarak büyük farklılıklar gösterdiğini anılan değerlerin başlangıçta ve sonda sıfır olduğunu öğle vakti en yüksek düzeye ulaştığını belirtmişlerdir. Ayrıca anılan araştırmacılar, anılan enerjinin hava koşulları, hava kirliliği ve bulunan yere göre de farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir.

Zabeltitz (1992), Baudoin ve Zabeltitz (2002), serada bitkisel üretim için aralık, ocak, şubat aylarında toplam güneşlenme süresi minimum 500-550 saat arasında, günlük minimum ışınım toplamı ise 2.3 kWh/m²gün olması gerektiğini bildirmişlerdir.

Öztürk'e (2008) göre, belirli düzeydeki ışınım şiddetinin altında veya üstünde, bitki hiç bir yaşamsal etkinlik göstermez. Işınım şiddetinin belirli bir düzeyin altında olması durumunda, bitkilerdeki fizyolojik işlemlerin etkin hale gelebilmesi için ışınım gereksinim vardır. Işınım şiddetinin belirli bir düzeyin üstünde olduğunda ise, bitki aşırı derecede ısınır ve serinleme işlemlerini etkin duruma getirir.

Baytorun ve Başçetinçelik (1993), ülkemizde örtü altında bitkisel üretimin eylül-mayıs ayları arasında yapıldığını Antalya ilinde aralık ve ocak aylarında güneşlenmenin $2.3 \text{ kWh/m}^2\text{gün}$ değerinden daha düşük olduğunu bu nedenle seraların ışınım geçirgenlikleri iyi olan örtü malzemesi ile örtülmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Antalya ilinin uzun yıllık iklim verilerinden yararlanılarak hazırlanan günlük sıcaklık ve günlük toplam ışınım değerlerinin yıl içerisinde dağılımını gösteren grafik Şekil 2.8'de verilmiştir Şekil 2.8'de görüldüğü gibi bitki gelişimi için günlük toplam ışınımın kritik sınır değeri $2.3 \text{ kWh/m}^2\text{gün}$ olarak kabul edilirse yörede aralık ve ocak aylarında bu değerin düşük olduğu saptanmıştır (Emekli vd 2008, Anonim 2013).



Şekil 2.8. Antalya ili için ortalama günlük ışınım değerinin günlük ortalama sıcaklığa bağlı değişimi (Anonim 2013)

Zabeltitz (1992), ışığın Antalya ilinde bitkisel üretimin ana periyodunda minimum düzeyde bir faktör olduğunu bu nedenle kış aylarında mümkün olduğu kadar ışığın sera içerisine girmesi gerektiğini bildirmiştir. Araştırmacı, yörede seraların ışınım geçirgenliklerinin artırmak için alınması gerekli önlemleri aşağıdaki gibi sıralamıştır.

- Bireysel seralar doğu-batı yönünde yönlendirilmeli,
- Sera konstrüksiyonu hafif, az ve ince kesit yüzeyli yapı elemanlarından oluşmalı,
- Yüksek ışık geçirgenlikli ve anti-drop katkılı plastik malzeme kullanılmalı. Nem yoğunlaşması ışık geçirgenliğini, yaklaşık % 10 oranında azaltmalı,
- Sabit termal perdeler yerine taşınabilir termal perdeler tercih edilmelidir.

Briassoulis vd (1997b) tarafından bildirildiğine göre; Jaffrin vd, Hollandalıların sera yetiştiriciliğindeki deneyimlerine dayanarak % 1 ışınım kaybının % 1 üretim kaybına eşit olmasının genel bir kural olduğunu bildirmiştir.

Kittas vd (2006), UV ışınlarının sera örtü malzemesi tarafından kısmen veya tamamen absorbe edilmesinin sera içi çevre koşullarına ve patlıcan bitkisinin büyüme ve gelişimi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında 3 farklı PE filmi denemeye almışlardır. Çalışmada incelenen örtü malzemeleri UV %5 + IR + AF + EVA katkılı PE, UV %3 + IR + AF + EVA katkılı PE, UV %0 + IR + AF + EVA katkılı PE Film'dir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada UV% 0 PE filmde bitki boyunun UV % 5 PE filme göre % 21 daha uzun olduğu ayrıca yaprak alanında da % 17'lik bir artış olduğunu belirlemiştir. Ayrıca yapılan çalışmada UV % 0 ve UV % 3 + IR + AF + EVA katkılı PE filmlerin ışık spektrumu dışında sera içi çevre koşullarını (sıcaklık-nem) değiştirmedini saptamışlardır.

Dayan vd (1986), yaptıkları çalışmada İsrail' in Besor bölgesi için ihraçlık domateste sera konstrüksiyon tipleri ve farklı çatı örtü malzemelerinin uygunluğunu Venlo tipi ve İsrail tipi (Sharsheret tip) taban alanı 600 m² olan seralarda araştırmışlardır. Araştırmada, Venlo tipi sera tamamen cam örtü malzemesi ile diğer seraları ise yan duvar PE+çatı PE, yan duvar PE+çatı PC, yan duvar PE+çatı fiberglass, yan duvar PE+çatı cam örtü malzemesi ile kaplamıştır. Araştırmacılar, tamamen PE ile örtülü serada ortaya çıkan iklim koşullarının domates bitkisinde meyve deformasyonuna ve meyve kalite düşüklüğüne neden olduğunu bildirmişlerdir. PC örtülü seradaki koşulların ise meyve verimi ve kalitesinde bir azalmaya sebebiyet verdiğini düşük verimin muhtemelen PC örtü malzemesinin düşük ışınım geçirgenliğinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Domates yetiştiriciliği için İsrail tipi, yan duvar PE+çatı cam örtü malzemesi ile kaplı seranın, ihraçlık domateste en uygun sera olarak görüldüğünü bildirmişlerdir.

Papadopoulos ve Hao (1997), yaptıkları çalışmada domatesin büyümesi, verimi ve enerji kullanımı üzerine sera örtü malzemesi olarak tek kat cam (3 mm), çift kat PE (0.15 mm) ve çift katlı sert acrylic panellerin (16 mm) etkilerini iki bahar sezonunda (1993 ve 1994) taban alanı 44 m² olan 9 adet mini araştırma serasında araştırmışlardır. Çift kat PE ve cam seralarda erkenci verim değerleri bakımından önemli bir farkın olmadığını çift katlı sert acrylic panelli seralarda ise erkenci verimin cam seralarla benzer olduğunu ancak çift kat PE kaplı seralardan yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Cam ve çift katlı sert acrylic panelli seralarda meyve boyutlarının benzer olduğunu ancak çift kat PE seralarda sezonun ortasında ve başında meyve boyutlarının cam ve çift katlı sert acrylic panelli seralardan küçük olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, çift kat PE ve sert çift katlı acrylic panelli seraların enerji kullanımı bakımından cam seralarla karşılaştırıldığında ısıtmada sırasıyla % 30.6 ve % 34' lük bir tasarruf sağladığını saptamışlardır.

Cemek vd (2006), çalışmalarında patlıcanın büyümesi, verimi ve enerji gereksinimi üzerine sera örtü malzemesi olarak 0.15 mm kalınlıklı UV katkılı PE, IR katkılı PE, çift katlı PE ve tek kat PE malzemenin etkilerini 2001 yılı sonbahar sezonunun sonlarında araştırmışlardır. Çalışmada 4 farklı örtü materyali 2 tekerrürlü 8 adet benzer özellikli (taban alanı 27 m²) seralarda denemeye alınmıştır. Çalışmada, çift

kat PE ve IR katkılı PE seralarda aylık ortalama sera iç sıcaklık değerlerinin UV+PE ve PE kaplı seralardan daha yüksek olduğunu, en yüksek nispi nemin çift katlı PE seralarda gözlemlendiğini bunu sırasıyla IR+PE, PE ve UV+PE kaplı seraların izlediğini, PE seraların en yüksek PAR geçirgenliğine sahip olduğunu bunu sırası ile UV+PE, IR+PE ve çift kat PE kaplı seraların izlediğini, en fazla verimin çift katlı PE kaplı seralardan elde edildiğini bunu sırasıyla IR+PE, UV+PE ve PE kaplı seraların izlediğini, çift katlı PE seralarda bitkilerin daha hızlı büyüdüğü ve geliştiğini (daha fazla yaprak ve çiçek) UV+PE ve IR+PE seralarda bitki büyüme ve gelişiminin benzer olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, enerji analizine göre patlıcan üretiminin çift katlı PE, UV+PE ve IR+PE seralarda ekonomik olarak uygulanabileceğini bildirmişlerdir.

Baytorun vd (1994), farklı sera örtü malzemelerinin (0.15 mm kalınlıklı UV, UV+IR, UV+IR+AF) sera içi kliması ve domates bitkisinin gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmalarında anılan örtü malzemelerinin bitki boy, gövde çapı, yaprak alanı ve bitki kuru ağırlığı gibi bitki gelişim parametreleri ile verim üzerinde etkili olmadığını, verim değerlerinin ise UV, UV+IR, UV+IR+AF örtü malzemesi ile kaplı seralarda sırasıyla 5997, 6359 ve 6390 g/bitki olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Araştırma Alanı

Araştırma, Antalya il merkezindeki Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında bulunan 4 adet araştırma serasında yürütülmüştür.

Antalya ili Anadolu'nun güneybatısında Türkiye'nin Akdeniz kıyısında 29° 20' - 32° 35' doğu boylamları ile 36° 07' - 37° 2' kuzey enlemleri arasındadır ve denizden yüksekliği 54 m' dir. Yüzölçümü 20.874 km² olup Türkiye'nin yüzölçümünün % 2.6'sını oluşturur. İlin büyük bir bölümü (% 76'sı) Toros Dağları ile kaplıdır ve kara sınırlarını Kuzeyde Toros Dağları çevrelemektedir. İlin güneyinde Akdeniz, doğusunda İçel, Konya ve Karaman, kuzeyinde Isparta ve Burdur, batısında ise Muğla illeri yer alır. Antalya ilinin topografik yönden gösterdiği değişkenlik gerek iklim, gerek tarımsal ve gerekse demografi ve yerleşme yönünden farklı ortamlar yaratmaktadır. Aynı özellik gösteren bu alanlar, sahil ve yayla bölgesi olarak tanımlanır. Sahil kesimi ilçeleri; Muratpaşa, Konyaaltı, Kepez, Döşemealtı, Aksu, Gazipaşa, Alanya, Manavgat, Serik, Kemer, Kumluca, Finike, Demre ve Kaş'tır. Yayla kesimi ilçeleri ise; Korkuteli, Elmalı, Gündoğmuş, Akseki ve İbradı'dır (Anonim 2011).

3.2. Araştırma Alanı İklim Özellikleri

Araştırma alanı, genelde yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olarak ifade edilen Akdeniz iklimi içerisinde değerlendirilmektedir. Rüzgarlar genellikle kuzey ve güney yönlerden esmektedir. Rüzgar hızı kış aylarında yüksek değerlere ulaşmaktadır. Ortalama sıcaklık 18.5 °C, ortalama bağıl nem % 63.2'dir (Anonim 2011). Antalya Meteoroloji Bölge İstasyonundan alınan bazı iklimsel verilerin uzun yıllık (1960-2012) ortalamaları Çizelge 3.1'de verilmiştir (Anonim 2013).

Çizelge 3.1. Antalya'ya ilişkin uzun yıllık ortalama iklimsel veriler (Anonim 2013)

| Aylar | Meteorolojik Veriler | | | | | | | | |
|---------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|
| | Ort. Sıcaklık (°C) | Max. Sıcaklık (°C) | Min. Sıcaklık (°C) | Ort. Bağıl Nem (%) | Bulutluluk (0-10) | Rüzgar Hızı (m/sn) | Ort. Toplam Yağış Miktarı (mm) | Ort. Güneşlenme süresi (saat) | Günlük Ort. Güneşlenme Şiddeti (cal/cm ² /dk) |
| O | 9.8 | 14.9 | 5.9 | 65.5 | 5.1 | 3.5 | 214.4 | 5.18 | 195.40 |
| Ş | 10.3 | 15.4 | 6.1 | 65.3 | 5.1 | 3.6 | 155.8 | 5.49 | 265.70 |
| M | 12.6 | 17.9 | 7.9 | 66.2 | 4.8 | 3.3 | 98.0 | 6.51 | 367.50 |
| N | 16.0 | 21.2 | 11.0 | 67.6 | 4.7 | 3.0 | 54.1 | 8.03 | 449.40 |
| M | 20.4 | 25.6 | 15.0 | 66.6 | 3.8 | 2.6 | 30.5 | 9.55 | 531.10 |
| H | 25.3 | 30.9 | 19.5 | 59.3 | 2.2 | 2.9 | 7.3 | 11.40 | 590.00 |
| T | 28.3 | 34.0 | 22.6 | 57.1 | 1.4 | 2.8 | 2.7 | 12.04 | 581.20 |
| A | 28.0 | 33.9 | 22.4 | 59.3 | 1.3 | 2.7 | 1.8 | 11.33 | 529.00 |
| E | 24.6 | 31.0 | 19.1 | 59.1 | 1.6 | 2.8 | 12.5 | 10.58 | 450.70 |
| E | 19.9 | 26.6 | 15.1 | 60.6 | 3.1 | 2.8 | 70.8 | 8.05 | 326.90 |
| K | 14.7 | 21.0 | 10.5 | 64.6 | 4.1 | 2.9 | 144.1 | 6.30 | 224.90 |
| A | 11.3 | 16.5 | 7.4 | 67.0 | 5.0 | 3.3 | 251.2 | 5.59 | 170.60 |
| Yıllık | 18.4 | 24.1 | 13.5 | 63.2 | 3.5 | 3.0 | 86.9 | 8.34 | 390.20 |

3.3. Araştırmada Kullanılan Seraların Teknik Özellikleri

Araştırma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında bulunan 20 m² taban alanlı 4 adet model plastik serada, sera örtüsü kullanım ömrü olan 24 ay boyunca (27 Ekim 2011 tarihi ile 27 Ekim 2013 tarihleri arasında) yürütülmüştür. Araştırma seralarının genişliği 4.0 m, uzunluğu 5.0 m, yan duvar yüksekliği 2.0 m, toplam mahya yüksekliği 3.5 m olup uzun eksenini doğu-batı yönünde konumlandırılmıştır. Araştırma seralarında konstrüksiyon malzemesi olarak galvanizli çelik profillerden kullanılmıştır. Anılan seralarda sadece çatı havalandırması mevcut olup havalandırma açıklık oranının sera taban alanına oranı % 20'dir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Deneme alanındaki araştırma seralarının örtü malzemesi çekilmeden ve çekildikten sonraki görünüşleri

Araştırma seralarının konumlarının birbirlerine herhangi bir gölgeleme etkisi yaratmadığı açık gökyüzü koşullarında gün doğumundan gün batımına kadar saatlik yapılan fotoğraflarla saptanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Araştırma seralarında açık gökyüzü koşullarında zamana bağlı gölgeleme durumu

3.4. Araştırmada Kullanılan Sera Örtü Malzemesi

Araştırma seralarında örtü malzemesi olarak İMECE PLASTİK Taahhüt İnşaat ve Gıda Sanayi A.Ş. tarafından, CO-EX (çok katlı) teknoloji ile üretilen iki farklı sera örtü malzemesi 1) CO-EX UV+IR+EVA katkıli polietilen (PE) film ve 2) CO-EX UV+IR+EVA+AF katkıli polietilen (PE) film kullanılmıştır. Çalışmada anılan örtü malzemeleri 2 tekerrürlü olarak denemeye alınmıştır. Araştırma kapsamında incelenen her iki sera örtü malzemesi düşük yoğunluklu PE film olup yoğunluğu 0.923 g/cm^3 , kalınlığı 0.175 mm ve kullanım süresi 24 ay'dır. Anılan sera örtü malzemelerinin fiyatları 3.4 ile 3.7 \$/kg arasında değişmektedir. Araştırma seraları 27 Ekim 2011 tarihinde anılan sera örtü malzemeleri (yeni temin edilmiş malzeme) ile kaplanmış ve deneme 27 Ekim 2013 tarihine kadar yürütülmüştür.

3.5. Sera Örtü Malzemelerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Ölçüm Aletleri

3.5.1. Toplam ışınım ve PAR ölçümünde kullanılan aletler

Çalışmada sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğini belirlemede 300-2800 nm dalga boyuna duyarlı Kipp & Zonen marka 5 adet piranometre kullanılmıştır. Piranometrelerin 4 adedi araştırma seralarının içerisine 1 adedi dış ortam koşullarına yerleştirilmiştir. Anılan piranometre'nin hassasiyeti $5\text{-}20 \mu\text{V/W/m}^2$ arasında değişmekte olup üretici firma tarafından kalibrasyonları yapılmış olarak gönderilmiştir.

Araştırmada sera örtü malzemelerinin fotosentetik etkin ışınım (PAR) geçirgenliğini belirlemede 400-700 nm dalga boyuna duyarlı Kipp & Zonen ve Delta-T marka 5 adet quantum algılayıcısı kullanılmıştır. Quantum algılayıcılarının 4 adedi araştırma seralarının içerisine 1 adedi dış ortam koşullarına yerleştirilmiştir. Anılan algılayıcıların hassasiyeti $4\text{-}10 \mu\text{V}/\mu\text{mol/m}^2\text{s}$ arasında değişmekte olup üretici firma tarafından kalibrasyonları yapılmış olarak gönderilmiştir.

Piranometreler ve quantum algılayıcıları araştırma seralarında yapı elemanlarının gölgeleme etkisinden etkilenmeyecek ve seranın orta kısmına gelecek şekilde toprak seviyesi ile yataylığı sağlanan 2.0 m yüksekliğindeki sehpalara üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.3) (Kittas vd 2006).



Şekil 3.3. Piranometre (a) ve Qantum (b) algılayıcılarının sera içindeki konumları

Araştırma da seralarının toplam ışınım ve PAR geçirgenlikleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir (Kittas vd 1999).

$$\tau_T = \frac{T_i}{T_o} \times 100 \quad (3.1)$$

Eşitlikte;

τ_T : Seranın toplam ışınım geçirgenliği (%)
 T_i : Sera içinde ölçülen toplam ışınım ($W m^{-2}$)
 T_o : Sera dışında ölçülen toplam ışınım ($W m^{-2}$)

Eşitlikte;

$$\tau_P = \frac{P_i}{P_o} \times 100 \quad (3.2)$$

τ_P : Seranın PAR geçirgenliği (%)
 P_i : Sera içinde ölçülen PAR ($mmol m^{-2} s^{-1}$)
 P_o : Sera dışında ölçülen PAR ($mmol m^{-2} s^{-1}$)

Deneme süresince sera örtü malzemelerinin aylar itibariyle toplam ışınım ve PAR geçirgenliklerinin belirlenmesinde açık gökyüzü koşulları ve saat 06:00-18:00 zaman aralığı dikkate alınmıştır (Geoola vd 1998, Geoola vd 2004, Kittas vd 2006). Tüm veriler incelendiğinde her ay için belirtilen koşulları sağlayan (algılayıcılardan sağlıklı verilerin alındığı) beş açık gün belirlenerek geçirgenlik değerlerinin ortalaması anılan ay için geçirgenlik değeri olarak kabul edilmiştir. Çalışmada yaz saati uygulaması dikkate alınmamış güneş saati esas alınmıştır.

Çalışmada CO-EX teknolojisi ile üretilen sera örtü malzemelerinin zamana bağlı olarak toplam ışınım ve PAR geçirgenliklerindeki kayıplar aşağıdaki eşitlikler yardımı ile belirlenmiştir (Geoola vd 1994, Geoola vd 2004).

$$\text{Geçirgenlikteki kayıp} = \left(\frac{T_{yeni-T}}{T_{yeni}} \right) \times 100 \quad (3.3)$$

Eşitlikte;

T_{yeni} : Yeni örtü malzemesinin ışınım geçirgenliği (%),
 T : Belli bir zaman periyodundan sonraki örtünün ışınım geçirgenliği (%).

3.5.2. Sıcaklık ve bağıl nem ölçümünde kullanılan aletler

Araştırma kapsamında sera içi çevre koşullarından sıcaklık ve bağıl nem ölçümünde; programlanabilir ve kayıt özelliği olan, - 10 °C ile + 50 °C arası sıcaklıkta ve % 0 - % 100 arası bağıl nemde ölçüm yapabilen Testo marka 5 adet cihaz kullanılmıştır (Şekil 3.4). Sıcaklık ve nem veri kayıt cihazının 4 adedi araştırma seralarının içerisine 1 adedi dış ortam koşullarına yerleştirilmiştir. Anılan cihazlar araştırma seralarında yapı elemanlarının gölgeleme etkisinden etkilenmeyecek şekilde

seranın orta kısmına toprak seviyesi ile yataylığı sağlanan 1.5 m yüksekliğindeki sehpaların ayağına yerleştirilmiştir (Şekil 3.4) (Barroso vd 1999).



Şekil 3.4. Sıcaklık ve bağıl nem veri kayıt cihazları ile sera içindeki konumları

Sera örtü malzemelerinin aylık ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık ve nem değerleri örtü malzemelerinin toplam ışınım ve PAR geçirgenlik değerlerinin saptamak amacıyla seçilen açık gökyüzü koşulları için gün boyunca 24 saatlik zaman aralığına göre kaydedilmiştir.

3.5.3. Isıl çift (Termokupl) ile örtü yüzey sıcaklık ölçümünde kullanılan alet

Çalışmada sera örtü malzemelerinin iç yüzeyindeki nem yoğunlaşma durumlarını incelemek amacıyla ısıl çift (termokupl) ile örtü yüzey sıcaklığı belirlenmiştir. Isıl çift olarak kablolu tip 1XCu-Const. T/C (T tipi) olarak adlandırılan $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ arası sıcaklıklarda ölçüm yapabilen cihazlar kullanılmıştır (Şekil 3.5). Isıl çiftler sera çatı iç yüzeyinde yapı elemanlarının gölgeleme etkisinden etkilenmeyecek ve sera çatı duvarının orta noktasına gelecek şekilde araştırma seralarının tamamında bir çatı duvarı (havalandırma açıklıklarının bulunmadığı) üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 3.5) (Abdel-Ghany vd 2006).



Şekil 3.5. T tipi ısıl çift ve sera içindeki konumu

Sera örtü malzemelerinin aylık ortalama, minimum ve maksimum örtü yüzey sıcaklık değerleri örtü malzemelerinin toplam ışınlam ve PAR geçirgenlik değerlerinin saptamak amacıyla seçilen açık gökyüzü koşulları için gün boyunca 24 saatlik zaman aralığına göre saptanmıştır.

Çalışmada, sera örtü malzemelerinin çatı iç yüzeyinde meydana gelen nem yoğunlaşmasının örtünün ışınlam geçirgenliği üzerine etkisini belirlemek amacıyla malzemenin ıslak (saat 07:00) ve kuru (saat 14:00) koşullardaki ışınlam geçirgenlikleri arasındaki farklar belirlenmiştir (Geoola vd 2004, Cemek ve Demir 2005).

3.5.4. Çiğlenme noktası sıcaklık ölçümü

Örtü malzemesinin çatı iç yüzeyinde nem yoğunlaşmasının olup olmadığını saptamak amacıyla örtü yüzey sıcaklık değerleri sera iç ortam çiğlenme sıcaklık değerleri ile karşılaştırılmıştır (Pollet ve Pieters 2000). Sera iç ortam çiğlenme sıcaklık değerleri psikometrik diyagramlar aracılığıyla belirlenmiştir.

Psikometrik diyagram, nemli havanın termodinamik özelliklerinin grafiksel olarak ifadesidir. Deniz seviyesinde standart atmosfer basıncı için geliştirilen psikometrik diyagramlarda nemli havanın termodinamik durumu, basınç ve diğer iki bağımsız özelliği tarafından belirlenir. Diğer bir deyişle, psikometrik diyagramlarda nemli havanın iki bağımsız özelliğinin bilinmesiyle diğer özellikleri bulunabilir. Psikometrik diyagramda yer alan termodinamik özellikler; kuru termometre sıcaklığı, ıslak termometre sıcaklığı, entalpi, çiğlenme noktası sıcaklığı, bağıl nem ve özgül hacimdir (Ekmeçyapar 2001, Olgun 2011).

Çalışmada seraların iç ortam sıcaklık ve bağıl nem değerleri yardımıyla psikometrik diyagramdan faydalanılarak seraların iç ortam çiğlenme noktası sıcaklık değerleri belirlenmiştir (Anonim 2012). Anılan değerler açık gökyüzü koşulları için saptanmıştır.

3.5.5. Veri kayıtlarında kullanılan alet

Araştırmada piranometre, quantum (PAR) ve ısı çift algılayıcılarından gelen sayısal verilerin toplanması ve bilgisayara aktarılması için Delta-T Devices marka 15/60 analog kanal ve 128.000 okuma hafızası olan bir veri kayıt cihazı kullanılmıştır. Anılan algılayıcıların veri kayıt cihazı üzerindeki uygun kanal girişleri ile bağlantısı sağlandıktan sonra cihaz deneme alanında dış atmosfer koşullarına karşı koruma sağlaması için meteorolojik alet siperinin içine yerleştirilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Veri kayıt cihazı ve araştırma alanındaki konumu

Araştırmada veri kayıt cihazı sera iç ortamındaki toplam ışınım, PAR ve ısı çift algılayıcılarından her 10 dakikada bir veri alımı sağlayacak şekilde programlanmış olup sıcaklık ve nem algılayıcıları da benzer şekilde programlanmıştır.

Çalışmada dış ortam toplam ışınım, PAR, sıcaklık ve nem değerleri ise meteoroloji alet siperi üzerine (piranometre ve quantum algılayıcısı) ve içine (sıcaklık ve nem cihazı) yerleştirilen aynı özellikteki algılayıcılarla (Bkz Bölüm 3.5.1 ve 3.5.2) belirlenmiştir. Algılayıcıların uygun kanal girişleri ile veri kayıt cihazına bağlantısı sağlanmış ve her 10 dakikada bir veri alımı sağlayacak şekilde programlanmıştır. Kaydedilen tüm veriler değerlendirilmek üzere veri kayıt cihazından bilgisayar ortamına aktarılmıştır (Şekil 3.6). PC ortamında ise her on dakikada bir kaydedilen verilerin saatlik ortalaması, günlük ortalaması ve aylık ortalaması saptanmıştır.

Çalışmada deneme düzeni aynı zaman aralığında hem sera iç ortam hem de sera dış ortam koşullarından veri alımı sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Denemede veri alımı 5 Kasım 2011 tarihi itibarıyla başlamış ve 27 Ekim 2013 tarihine kadar devam etmiştir.

3.6. Sera Örtü Malzemelerinin Bazı Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Ölçüm Aletleri

Araştırmada, CO-EX teknolojisi ile üretilen sera örtü malzemelerinin çekme dayanımı ve darbe dayanımı gibi bazı mekanik özelliklerinin zamana bağlı değişimini belirlemek amacıyla bir konstrüksiyon geliştirilmiştir. Anılan konstrüksiyon çatı şekline göre tek meyilli (sundurma çatılı), toprak yüzeyinden kısa ayak uzunluğu 110 cm, uzun ayak uzunluğu 160 cm, ayaklar arası mesafe 100 cm, yapının ön genişliği 210 cm olup çatı eğim açısı 26.5°'dir (Şekil 3.7). Geliştirilen konstrüksiyon araştırma seraları ile aynı doğrultuda (uzun eksenini doğu-batı) yerleştirilmiştir. Anılan konstrüksiyonda yapı malzemesi olarak galvanizli çelik profil malzeme kullanılmıştır.

Çalışmada sera örtü malzemelerinin zamana bağlı mekanik özelliklerindeki değişimi belirleyebilmek amacıyla konstrüksiyon tipinin üzerine sökülüp takılabilir tipte 50×50 cm boyutlarında çerçeveler yerleştirilmiştir (Şekil 3.7). Örtünün kullanım süresi boyunca (24 ay) çekme dayanımı ve darbe dayanımı gibi bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesi için anılan yapı tipinden 2 adet geliştirilmiştir. Her bir yapı tipinde 8 adet

çerçeve yerleştirilmiş olup toplamda 16 adet çerçeve kullanılmıştır. Örtü malzemesi çerçevelere 01.11.2011 tarihinde yerleştirilmiş ve dış atmosfer koşullarına bırakılmıştır. Hazırlanan çerçeveler örtünün kullanım süresi boyunca her 3 ayda bir İMECE Plastik A. Ş.'nin test laboratuvarına götürülerek bazı mekanik özellikleri belirlenmiştir.



Şekil 3.7. Sera örtü malzemelerinin bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan konstrüksiyon

Romero-Gámez vd (2012), yaptıkları çalışmada yukarıda tanımlanan yapı iskeletine benzer özelliklere sahip bir yapı iskeleti geliştirmişlerdir.

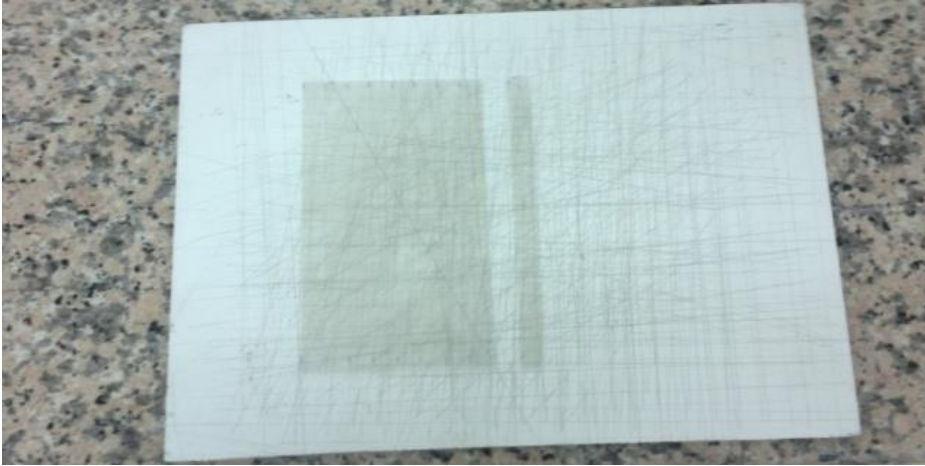
3.6.1. Çekme test cihazı

Çalışmada sera örtü malzemelerinin çekme dayanımları Alarge marka çekme test cihazı (Şekil 3.8) ile laboratuvar koşullarında TS 1398-1 EN ISO 527-1 Plastikler-Çekme Özelliklerinin Tayini- Bölüm 1: Genel Prensipler başlıklı standarda göre belirlenmiştir.

Çalışmada çekme testi için öncelikle standartlara uygun olarak 10×140 mm boyutlarında test örnekleri hazırlanmıştır (Şekil 3.9). Test örnekleri makine işleniş yönü [paralel yön (MD)] ve makine işleniş yönünün tersi [trans yön (TD)] yönlerinde hazırlanmıştır. Her bir yön için 10 adet test numunesi çekme deneyine tabi tutulmuştur. Anılan test numunelerin dayanımlarının ortalaması malzemenin çekme dayanımı olarak belirlenmiştir.

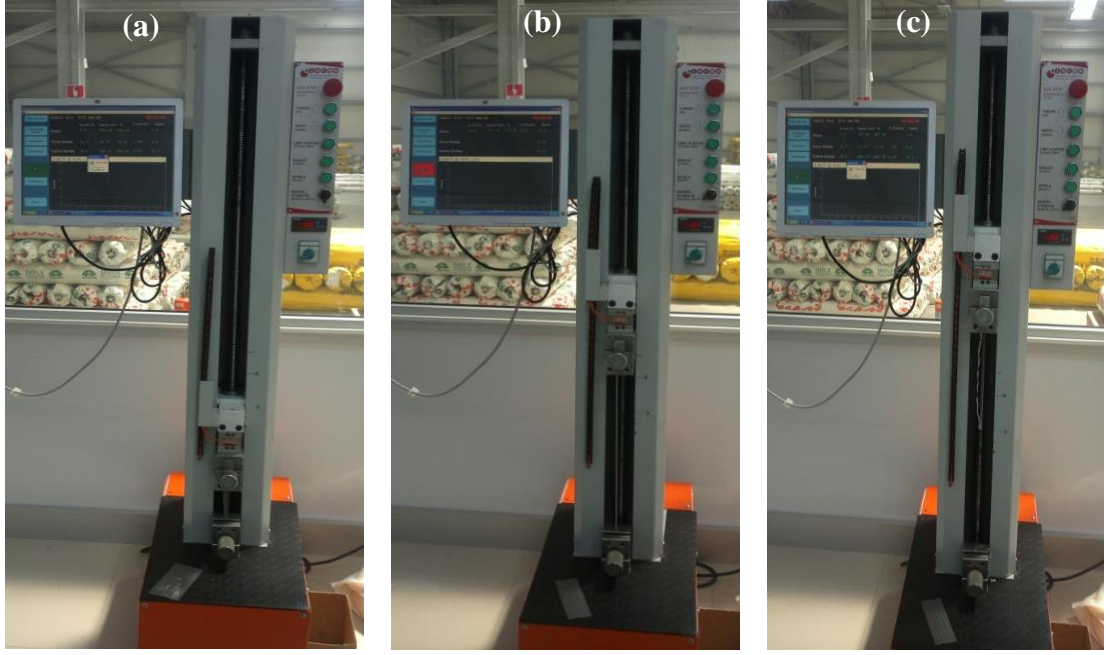


Şekil 3.8. Çekme test cihazı ve kısımları (Alarge 2010a)



Şekil 3.9. Örnek bir test numunesi

Çekme deneyi standartlara uygun olarak 10×140 mm boyutlarındaki test numunelerinde, 500 mm/dk'lık yükleme hızında ve laboratuvar koşullarında 23 veya 24 °C'lik oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir (TSE 1997). Örnek bir çekme deney testi esnasında malzemede meydana gelen değişim (artan yüke karşı uzama) Şekil 3.10'da gösterilmiştir. Çekme test sonucu elde edilen raporlar ise Ek-7 ve Ek-42'de verilmiştir.



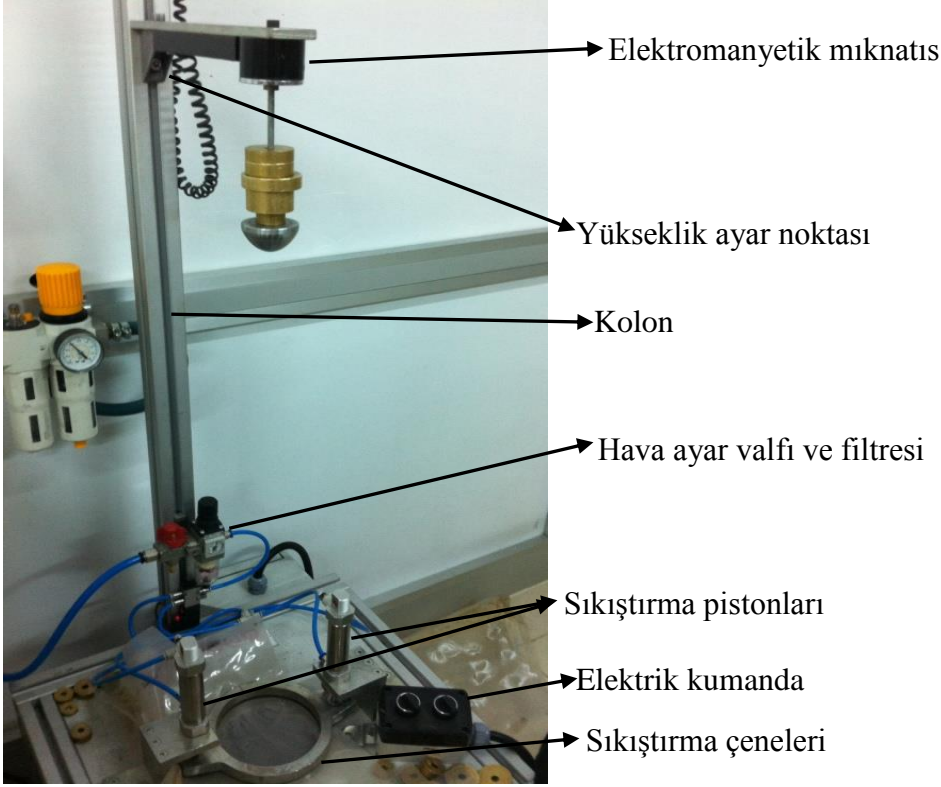
Şekil 3.10. Örnek bir çekme deney testi (a) çekme test cihazına yerleştirilmiş test örneği (b) artan yük karşısında malzemede meydana gelen uzama (c) kopmuş bir test örneği

Çalışmada çekme deney testi ile aynı zamanda "akma mukavemeti" ve "kopmada uzama" değerleri de elde edilmiştir.

3.6.2. Darbe mukavemeti test cihazı

Çalışmada sera örtü malzemelerinin darbe dayanımları Alarge marka düşme test cihazı (Şekil 3.11) ile laboratuvar koşullarında TS EN ISO 7765-1 (Eski no: TS ISO 7765-1) Plastik Film ve Levhalar - Serbest Düşen Kütle Metodu ile Darbe Mukavemetinin Tayini - Bölüm 1: Merdiven Metodu başlıklı standardında Metot A'ya göre belirlenmiştir.

TSE (2003b)'ye göre, Metot A $0.66 \text{ m} \pm 0.01 \text{ m}$ yükseklikten düşürülen ve çapı $38 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ olan yarı küresel bir uca sahip bir kütle kullanılır. Bu metot, yaklaşık 0.05 kg ile 2 kg 'lık kütle kullanıldığında darbe mukavemeti yetersiz kalan malzemeler için uygundur.



Şekil 3.11. Düşme test cihazı ve kısımları (Alarge 2010b)

Çalışmada darbe mukavemet testi için standartlara uygun olarak test numuneleri hazırlanmıştır. Deney esnasında, düşürülen darbe cisminin kütlesi düzenli olarak değiştirilmiştir. Bir önceki deney parçasında gözlemlenen sonuca göre (hasar meydana gelip gelmemesi) (Şekil 3.12) darbe cisminin kütlesi, her deney parçası deneye tabi tutulduktan sonra düzenli olarak artırılmış veya azaltılmıştır (TSE 2003b). Test edilen deney numune sayısı 15 ile 20 arasında değişmiştir. Testler İmece Plastik A. Ş.'nin laboratuvar koşullarında 23 veya 24 °C'lık oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.12. Örnek bir darbe mukavemet testi

Araştırmada hasar meydana getiren darbe kütlesi (m_f), g cinsinden aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (TSE 2003b).

$$m_f = m_0 + \Delta m \left(\frac{A}{N} - 0.5 \right) \quad (3.4)$$

Eşitlikte;

m_f : Hasar meydana getiren darbe kütlesi (g),
 m_0 : Hasarlanmadaki en hafif darbe cismi kütlesi (g),
 Δm : Kullanılan düzenli kütle artırımları (g),

$$A = \sum_{i=1}^k n_i z_i$$

Eşitlikte;

n_i : m_i kütlesinde hasarlanma oluşan deney numunesinin sayısı,
 z_i : m_0 ' dan m_i 'ye kadar olan kütle artırımlarının sayısı.

$$N = \sum_{i=1}^k n_i \quad (\text{Hasarlı örneklerin toplamı})$$

3.7. Serada Domates Yetiştiriciliği

Çalışmada farklı sera örtü malzemelerinin ışınım geçirgenliklerinin bitki büyüme, gelişme, verim ve meyve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2011-2012 ve 2012-2013 yılı güz ve bahar dönemi olmak üzere 2 yıl (toplam 4 dönem) serada domates yetiştiriciliği yapılmıştır.

3.7.1. Araştırma alanı toprak özellikleri

Araştırma alanı toprakları Gölbaşı serisine girmektedir. Masif travertenler üzerinde gelişmiş bulunan Gölbaşı serisi toprakları fazla profil gelişimi göstermeyen ve genç topraklar olmaları nedeniyle Entisol ordosuna dahil edilmiştir. Çeşitli yan dere ve yüzey akışlarla yarılmış olmaları nedeniyle Gölbaşı serisi toprakları sık ve çok sık toprak profillerine sahiptir. İyi korunabilmiş, erozyona uğramamış alanlarda dahi toprak derinliği 30-40 cm'yi geçmemektedir. AC horizonlu ve çok genç olan bu seri topraklarının bütün profilleri killi-tın tekstüre sahiptir. Hemen hemen düz veya düze yakın topografyalarda yer alırlar (Sarı vd 1993).

Araştırmada, sera toprağı yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Serada bitkisel üretime uygun bir yetiştirme ortamı sağlamak için bazı kültürel işlemler (toprak işleme, toprak havalandırması, taşıma toprağı elekten geçirmek suretiyle sera ortamına aktarılması, serada solarizasyon vb.) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Yetiştirme ortamının hazırlanma aşaması

Çalışmada, bitki gelişimi için gerekli su ve gübrenin yeter miktarda ve kontrollü bir şekilde yetiştirme ortamına verilebilmesini sağlamak amacıyla araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri ile belirlenmiştir. Araştırma alanı sera topraklarının bazı temel fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

| Derinlik (cm) | Bünye | Doyma (%) | T.K (%) | S.N (%) | Hacim Ağırlığı (gr/cm ³) | pH | EC (ds/m) |
|---------------|-----------|-----------|---------|---------|--------------------------------------|------|-----------|
| 0-20 | TIN | 39.90 | 18.88 | 7.39 | 1.33 | 8.47 | 0.14 |
| 20-40 | KUMLU TIN | 35.20 | 15.92 | 6.30 | 1.52 | 8.47 | 0.12 |

Çizelge 3.3. Araştırma alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

| Parametre | Derinlik (cm) | |
|-------------------|---------------|-------|
| | 0-20 | 20-40 |
| Organik Madde (%) | 1.47 | 1.37 |
| N (%) | 0.074 | 0.079 |
| P (ppm) | 7.90 | 8.80 |
| K (me/100 g) | 2.56 | 1.98 |
| Na (me/100 g) | 0.88 | 0.82 |
| Ca (me/100 g) | 10.80 | 10.60 |
| Mg (me/100 g) | 7.92 | 5.90 |
| Fe (ppm) | 4.55 | 4.05 |
| Zn (ppm) | 3.81 | 2.53 |
| Cu (ppm) | 0.70 | 0.64 |
| Mn (ppm) | 7.70 | 7.28 |
| Kireç (%) | 71.50 | 78.0 |

3.7.2. Bitki materyali

Çalışmada bitki materyali olarak Antalya'da ticari olarak hazır fide yetiştiriciliği yapan Antalya Tarım A. Ş. tarafından sağlanan Tayfun F1 domates çeşidi fideler kullanılmıştır. Fide olarak temin edilen domates çeşidinin seraya şaşırtılma tarihleri Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Domates fidelerinin seraya şaşırtılma zamanları

| Dikim dönemleri | | Dikim tarihi |
|-------------------------|-------|--------------|
| Birinci yıl (2011-2012) | Güz | 29.10.2011 |
| | Bahar | 20.03.2012 |
| İkinci yıl (2012-2013) | Güz | 12.10.2012 |
| | Bahar | 15.03.2013 |

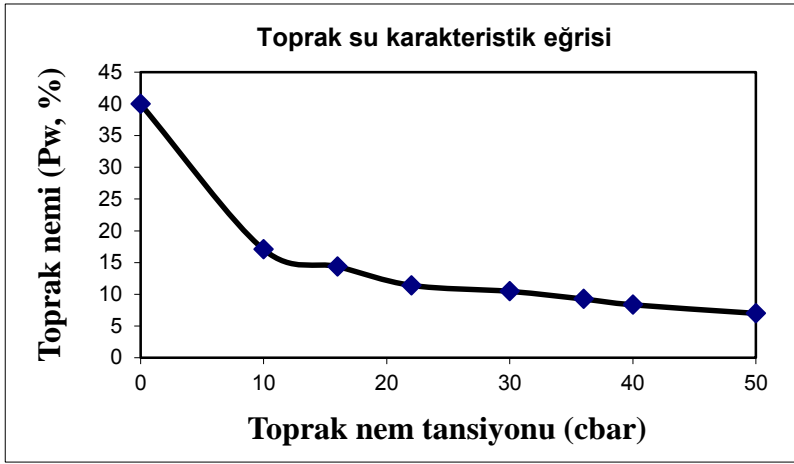
Araştırma seralarında yetiştirme ortamına fideler sıra üzeri 40 cm sıra arası 70 cm olacak şekilde tek sraya dikim şeklinde uygulanmıştır. Fidelerin şaşırtılmasından sonra can suyu verilmiştir. Şekil 3.14'de domates fidelerinin dikimden sonra farklı gelişme dönemlerine ilişkin deneme alanının genel görünümü gösterilmiştir.



Şekil 3.14. Domates bitkilerinin deneme alanında farklı gelişim dönemlerindeki genel görünümü (a) fide dönemi, (b) çiçeklenme ve meyve tutumu, (c) meyve olgunlaşması

3.7.3. Sulama ve gübreleme

Çalışmada bitki kök bölgesindeki nem değişiminin izlenebilmesi ve böylece sulama zamanının belirlenebilmesi için 4 araştırma serası, kalibrasyonları yapılan tansiyometrelerle donatılmıştır (Şekil 3.15). Tansiyometreler seranın orta kısmında yer alan sıra üzerine 2 damlatıcının orta noktasına gelecek şekilde yaklaşık 20 cm derinliğe yerleştirilmiştir (Şahin vd. 1998, Kırdı vd. 2003). Sulamalar yetiştirme periyodu boyunca tarla kapasitesini (%18.88) temsil edecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Bu amaç için tansiyometreler yaklaşık 9 cb'da tutulmuştur (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. Araştırmada kullanılan tansiyometre ve kalibrasyon eğrisi

Araştırmanın birinci ve ikinci yılında bitkilerin seraya dikiminden hasada kadar olan vejetasyon süresince 1 atm işletme basıncında 4 L/h damlatıcı özelliğine sahip damla sulama sistemi ile tansiyometre okumalarına bağlı olarak sulama yapılmıştır. Çalışmada ortalama sulama aralığı 2 gün olup sistemin çalışma süresi 10 veya 15 dk düzeylerinde tutulmuştur.

Çalışmada deneme alanında yapılan toprak analizlerine dayanarak uygun bir gübreleme programı uygulanmıştır. Gübreleme programında kimyasal gübre olarak N, P₂O₅, K₂O, CaO, MgO ve mikro elementler içeren (Amonyum nitrat, Triple süper fosfat, Potasyum nitrat, Kalsiyum oksit, Magnezyum oksit ve mikro elementler (Fe, Zn, Mn, Cu ve B)) ticari gübreler uygulanmıştır. Her bir üretim sezonunda saf madde olarak verilmiş olan toplam gübre miktarları N 11 kg da⁻¹, P₂O₅ 15.5 kg da⁻¹, K₂O 37 kg da⁻¹, CaO 9 kg da⁻¹, MgO 5 kg da⁻¹, mikro elementler için 0.3 kg da⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Gübreleme uygulamaları makro elementler için haftalık mikro elementler için iki haftada bir gübre uygulaması şeklinde damla sulama sistemi yardımı ile yapılmıştır. Gübreleme programı Ertekin (1997)' nin gübreleme önerisinden modifiye edilmiştir.

3.7.4. Kültürel işlemler ve tarımsal mücadele

Araştırma seralarında deneme süresince yetiştirme ortamında gerekli bakım, bitki koruma ve diğer kültürel işlemler uygun bir şekilde yürütülmüştür. Seralarda yabancı ot kontrolü, yabancı ot gelişiminin fazla olmaması nedeniyle el ile yapılmıştır. Çapalama, fidelerin seraya dikilmesinden askıya alıncaya kadar boğaz doldurma amacıyla her üretim sezonunda 1 defa yapılmıştır. Bitkilerin gelişme seviyelerine bağlı olarak kök boğazlarına geçirilen klipsler ile askıya alma işlemi ve ipe sardırma işlemi yapılmıştır. Bitkilerde düzenli olarak koltuk sürgünleri vejetasyon süresince alınmıştır. Tepe (uç) alma işlemi ise domates bitkisindeki büyümeyi durdurmak için bitkide 5 salkım oluşunca yapılmıştır. Üretim sezonu boyunca ise hastalık ve zararlıların kontrolü için ilaçlama yapılmıştır.

3.7.5. Bitkide yapılan fiziksel ölçüm ve analizler

Araştırmada farklı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliklerine bağlı olarak domates bitkisinin tepkisini belirlemek amacıyla her bir üretim sezonu için fidelerin seraya şaşırtılmasından hasada kadar olan vejetasyon süresince bitkinin almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım ($W m^{-2}$) değerleri belirlenmiştir. Anılan ışınım değerleri uygulanan sulama ve gübreleme miktarlarına bağlı olarak domates bitkisinin tepkisini belirlemek amacıyla her bir araştırma serasında seçilen 6 adet gözlem bitkisi izlenmiştir. Gözlem bitkilerinde 15 gün aralıklarla boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı gibi parametreler ölçülmüştür. Hasatta ise anılan parametrelerin yanı sıra verim ve bazı meyve kalite parametreleri (kalite sınıflarına göre meyve iriliği, ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), meyve suyunda EC-pH) verim değerleri belirlenmiştir. Elde edilen verileri değerlendirmek için SPSS 17.0 programından yararlanılmıştır.

1. Bitki boyu (cm): Gözlem bitkilerinde bitki kök boğazından itibaren ana gövdenin ucuna kadar olan mesafe şerit metre ile ölçülerek ortalama bitki boyu belirlenmiş ve bu ölçümler bitkilerde uç alma işlemi yapılana kadar devam etmiştir (Bozkurt ve Sayılıkan 2004).

2. Kök boğazı kalınlığı (mm): Gözlem bitkilerinde bitki kök boğazı ± 0.01 mm hassasiyetinde dijital kumpas yardımı ile ölçülerek ortalama kök boğazı kalınlığı belirlenmiştir (Bozkurt ve Sayılıkan 2004).

3. Yaprak sayısı (adet bitki⁻¹): Gözlem bitkilerinde kotiledon yapraklardan sonra oluşan gerçek yapraklar sayılarak ortalama yaprak sayısı belirlenmiştir. Bu ölçüm bitkilerde uç alma işlemi yapılana kadar devam etmiştir (Bozkurt ve Sayılıkan 2004).

4. Toplam verim (kg ha⁻¹): Hasat sonrası domates meyvelerinin her birinin ağırlığı dijital bir terazi yardımı ile ölçülmüş elde edilen verimlerin toplamı belirlenip kg ha⁻¹ birimine dönüştürülmüştür (Demir 2002, Bozkurt ve Sayılıkan 2004).

5. Kalite sınıflarına göre meyve iriliği (kg ha⁻¹): Kalite sınıflarının gruplandırılması; TSE domates standartları (TSE, 1980) göre yapılmıştır. I. kalite, II.kalite ve ıskarta

meyve verimleri kg ha⁻¹ çevrilerek kalite sınıflarına göre meyve dağılımları tespit edilmiştir.

I. Kalite: Enine çapı 56 mm ve daha büyük olanlar,

II. Kalite: Enine çapı 46-55 mm olanlar,

Iskarta: Enine çapı 45 mm ve daha küçük olanlar şeklinde gruplandırılmıştır.

6. Ortalama meyve ağırlığı (g adet⁻¹): Hasat sonrası meyveler teker teker ± 0.5 g duyarlılıktaki elektronik bir terazi ile tartılıp ortalamaları alınmıştır (Evcı 2002).

7. Meyve çapı (mm): Hasat edilen domateslerin her birinin en geniş çapı Mitutoyo marka ölçüm hassasiyeti 0.01 mm olan kumpas yardımıyla mm olarak ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır (Kutlar Yaylalı 2007).

8. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM): SÇKM miktarı bir el refraktometresi ile ölçülmüştür (Şekil 3.16). Bu amaç için hasat sonrası domates meyveleri doğrayıcıdan geçirilerek meyve suları elde edilmiş ve tülbent yardımıyla süzülen domates sularında Atoga marka refraktometre ile SÇKM miktarı yüzde olarak ölçülmüştür (Cemeroğlu,1992).



Şekil 3.16. SÇKM miktarını belirlemede kullanılan refraktometre

9. Meyve suyunda EC - pH: Domatesler hasat edildikten sonra doğrayıcıdan geçirilerek meyve suları elde edilmiş ve Hach Lange marka EC-pH metre ile okumaları yapılmıştır (Şekil 3.17) (Cemeroğlu,1992).



Şekil 3.17. Örnek bir meyve suyunda EC-pH ölçümü

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmadan elde edilen araştırma bulguları; farklı sera örtü malzemelerinin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin zamana bağlı değişimi ile farklı sera örtü malzemelerinde çevre koşulları ve farklı sera örtü malzemelerinin ışınım geçirgenliğinin bitki gelişimi üzerine etkisi başlıkları altında değerlendirilmiştir.

4.1. Farklı Sera Örtü Malzemelerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Zamana Bağlı Değişimi

İki farklı sera örtü malzemesine ait bazı fiziksel özelliklerden toplam ışınım geçirgenliği, fotosentetik etkin ışınım (PAR) geçirgenliği ve çiğlenme durumları örtü kullanım süresi boyunca günlük ve aylık olarak belirlenmiş ve yaşlanmayla ilişkisi aşağıda verilmiştir.

4.1.1. Toplam ışınım geçirgenliğinin zamana bağlı değişimi

CO-EX teknoloji ile üretilen UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin (300-2800 nm) ($W m^{-2}$) örtünün kullanım süresi (24 ay) boyunca zamana bağlı aylık (Kasım 2011-Kasım 2013) değişim ortalamaları Çizelge 4.1'de günlük değişim ortalamaları Ek-1 ve Ek-3'de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin deneme süresince (Kasım 2011-Kasım 2013) aylık ortalama toplam ışınım geçirgenliği

| Yıl | Ay | Sera içi ışınım değerleri ($W m^{-2}$) | | Dış ortam ışınım değerleri (W/m^2) |
|------|---------|------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|
| | | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF | |
| 2011 | Kasım | 225.0* | 202.8 | 242.7 |
| | Aralık | 186.6 | 171.6 | 207.2 |
| 2012 | Ocak | 203.0 | 181.5 | 226.2 |
| | Şubat | 266.5 | 236.4 | 311.8 |
| | Mart | 395.2 | 337.4 | 466.2 |
| | Nisan | 441.2 | 379.7 | 552.4 |
| | Mayıs | 422.9 | 365.7 | 584.2 |
| | Haziran | 428.0 | 370.9 | 617.7 |
| | Temmuz | 412.8 | 345.4 | 608.9 |
| | Ağustos | 432.1 | 352.1 | 547.3 |
| | Eylül | 398.1 | 327.1 | 505.9 |
| | Ekim | 308.7 | 239.4 | 361.5 |
| | Kasım | 241.7 | 193.8 | 263.2 |
| | Aralık | 186.3 | 152.2 | 207.1 |
| 2013 | Ocak | 198.3 | 160.9 | 223.2 |
| | Şubat | 186.0 | 162.5 | 229.3 |
| | Mart | 327.9 | 281.5 | 407.0 |
| | Nisan | 456.9 | 389.4 | 579.3 |
| | Mayıs | 452.7 | 411.8 | 614.2 |
| | Haziran | 434.7 | 389.3 | 602.1 |
| | Temmuz | 418.9 | 367.1 | 591.3 |
| | Ağustos | 355.5 | 308.2 | 513.3 |
| | Eylül | 378.1 | 330.2 | 471.6 |
| | Ekim | 357.3 | 302.3 | 416.1 |

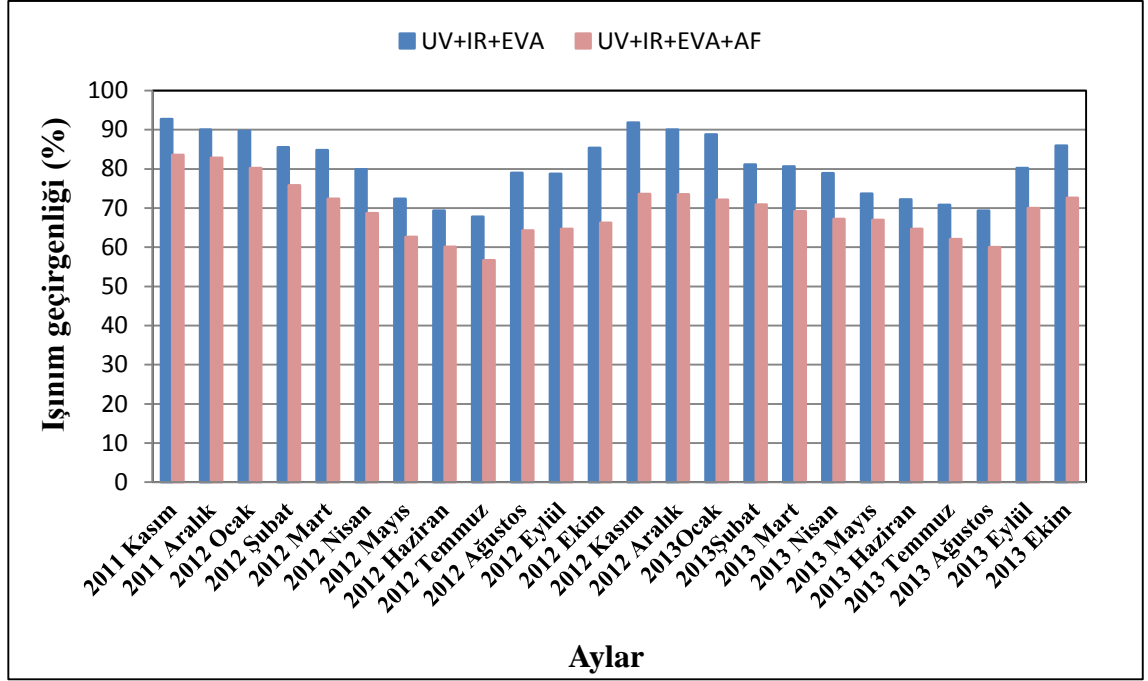
* 2 tekerrür ortalamasıdır.

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi farklı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenlikleri aylar itibariyle güneş ışınlarının geliş açısının değişimine bağlı olarak değişmiştir. Anılan çizelgelerde görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE filmin toplam ışınım geçirgenliğinin 2011 Kasım ve 2013 Kasım ayları arasında 186.0 ile 456.9 W m⁻², CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE filmin ise 152.2 ile 411.8 W m⁻² arasında değiştiği belirlenmiştir. Dış ortam toplam ışınımının ise anılan yıllar içerisinde 207.1 ile 617.7 W m⁻² arasında değiştiği en düşük dış ortam toplam ışınımının 2012 yılı Aralık ayında (207.1 W m⁻²) gerçekleştiği en fazla dış ortam toplam ışınımının ise 2012 yılı Haziran ayında (617.7 W m⁻²) gerçekleştiği belirlenmiştir.

CO-EX UV+IR+EVA ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliği (%) ile zamana bağlı toplam ışınım geçirgenliğindeki kayıplar (%) Çizelge 4.2'de ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı sera örtü malzemelerinin zamana bağlı toplam ışınım geçirgenliği (%)

| Yıl | Aylar | Doğal yaşlandırma süresi (ay) | UV+IR+EVA | | UV+IR+EVA+AF | |
|------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| | | | Işınım geçirgenliği (%) | Işınım geçirgenlik kaybı (%) | Işınım geçirgenliği (%) | Işınım geçirgenlik kaybı (%) |
| 2011 | Kasım (Örtü yeni) | 1 | 92.7 | - | 83.6 | - |
| | Aralık | 2 | 90.0 | 2.9 | 82.8 | 1.0 |
| 2012 | Ocak | 3 | 89.7 | 3.2 | 80.2 | 4.1 |
| | Şubat | 4 | 85.5 | 7.8 | 75.8 | 9.3 |
| | Mart | 5 | 84.8 | 8.5 | 72.4 | 13.4 |
| | Nisan | 6 | 79.9 | 13.8 | 68.8 | 17.8 |
| | Mayıs | 7 | 72.4 | 21.9 | 62.6 | 25.1 |
| | Haziran | 8 | 69.3 | 25.2 | 60.1 | 28.1 |
| | Temmuz | 9 | 67.8 | 26.9 | 56.7 | 32.2 |
| | Ağustos | 10 | 79.0 | 14.8 | 64.3 | 23.1 |
| | Eylül | 11 | 78.7 | 15.1 | 64.7 | 22.6 |
| | Ekim | 12 | 85.4 | 7.9 | 66.2 | 20.8 |
| | Kasım | 13 | 91.8 | 1.0 | 73.6 | 12.0 |
| | Aralık | 14 | 90.0 | 2.9 | 73.5 | 12.1 |
| 2013 | Ocak | 15 | 88.8 | 4.2 | 72.1 | 13.8 |
| | Şubat | 16 | 81.1 | 12.5 | 70.9 | 15.2 |
| | Mart | 17 | 80.6 | 13.1 | 69.2 | 17.2 |
| | Nisan | 18 | 78.9 | 14.9 | 67.2 | 19.6 |
| | Mayıs | 19 | 73.7 | 20.5 | 67.0 | 19.9 |
| | Haziran | 20 | 72.2 | 22.1 | 64.7 | 22.6 |
| | Temmuz | 21 | 70.8 | 23.6 | 62.1 | 25.7 |
| | Ağustos | 22 | 69.3 | 25.2 | 60.0 | 28.2 |
| | Eylül | 23 | 80.2 | 13.5 | 70.0 | 16.3 |
| | Ekim | 24 | 85.9 | 7.3 | 72.6 | 13.2 |



Şekil 4.1. Farklı sera örtü malzemelerinin zamana bağlı toplam ışınım geçirgenliği (%)

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE filmlerin başlangıç (yeni örtü) toplam ışınım geçirgenlik değerlerinin sırasıyla % 92.7 ve % 83.6 olduğu saptanmıştır. Anılan sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin zamana bağlı olarak örtünün dış yüzeyindeki toz ve kirlilik birikimine bağlı olarak 2012 yılı Temmuz ayına kadar azaldığı (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1) ve bu azalmanın 9 aylık bir periyodun sonunda (2012 yılı Temmuz ayı) UV+IR+EVA katkılı PE'de % 26.9 UV+IR+EVA+AF katkılı PE'de ise % 32.2 olduğu belirlenmiştir. Ancak, Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE filmlerin toplam ışınım geçirgenliğinin 2012 yılı Temmuz (31 Temmuz) ayında gerçekleşen ancak kaydedilebilir düzeyde olmayan yağış ile örtü malzemesi üzerinde biriken toz ve kirliliğin yıkanmasına bağlı olarak geçirgenlik değerlerinin 2012 yılı Ağustos ayından itibaren tekrar artmaya başladığı ve bu artışın Aralık ayına kadar devam ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.1). Nitekim, 2012 yılı Temmuz ayında gerçekleşen yağış kaydedilebilir düzeyde olmamasına rağmen çalışmada piranometre ile Temmuz ayında dış ortam günlük ortalama toplam ışınım değerleri'nin 500 ile 620 W m⁻² arasında değiştiği, 31 Temmuz günü ise anılan değer 349.4 W m⁻² olduğu saptanmıştır. Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi yağışlarla meydana gelen yıkamaya bağlı olarak UV+IR+EVA katkılı PE örtü malzemesinin ışınım geçirgenlik değerinin birinci yılın sonunda (2012 yılı Kasım ayı) başlangıç değerine yaklaştığı geçirgenlik kaybının % 1 olduğu buna karşın UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü malzemesinin ise ışınım geçirgenlik değerinin başlangıç değerine kısmen yaklaştığı geçirgenlik kaybının ise % 12 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1'de görüldüğü gibi 12 aylık bir periyodun sonunda (2012 yılı Kasım ayı) farklı sera örtü malzemelerinin geçirgenlik değerlerinin başlangıç ışınım değerlerine yaklaştıktan sonra çevre koşullarına bağlı olarak tekrar azaldığı ve 24 aylık kullanım periyodunun (kullanım süresi) sonunda başlangıç ışınım geçirgenliklerinin (2011 Kasım ayı % 92.7 ve 83.6) sırası ile % 7.3 ve % 13.2 oranında azaldığı belirlenmiştir.

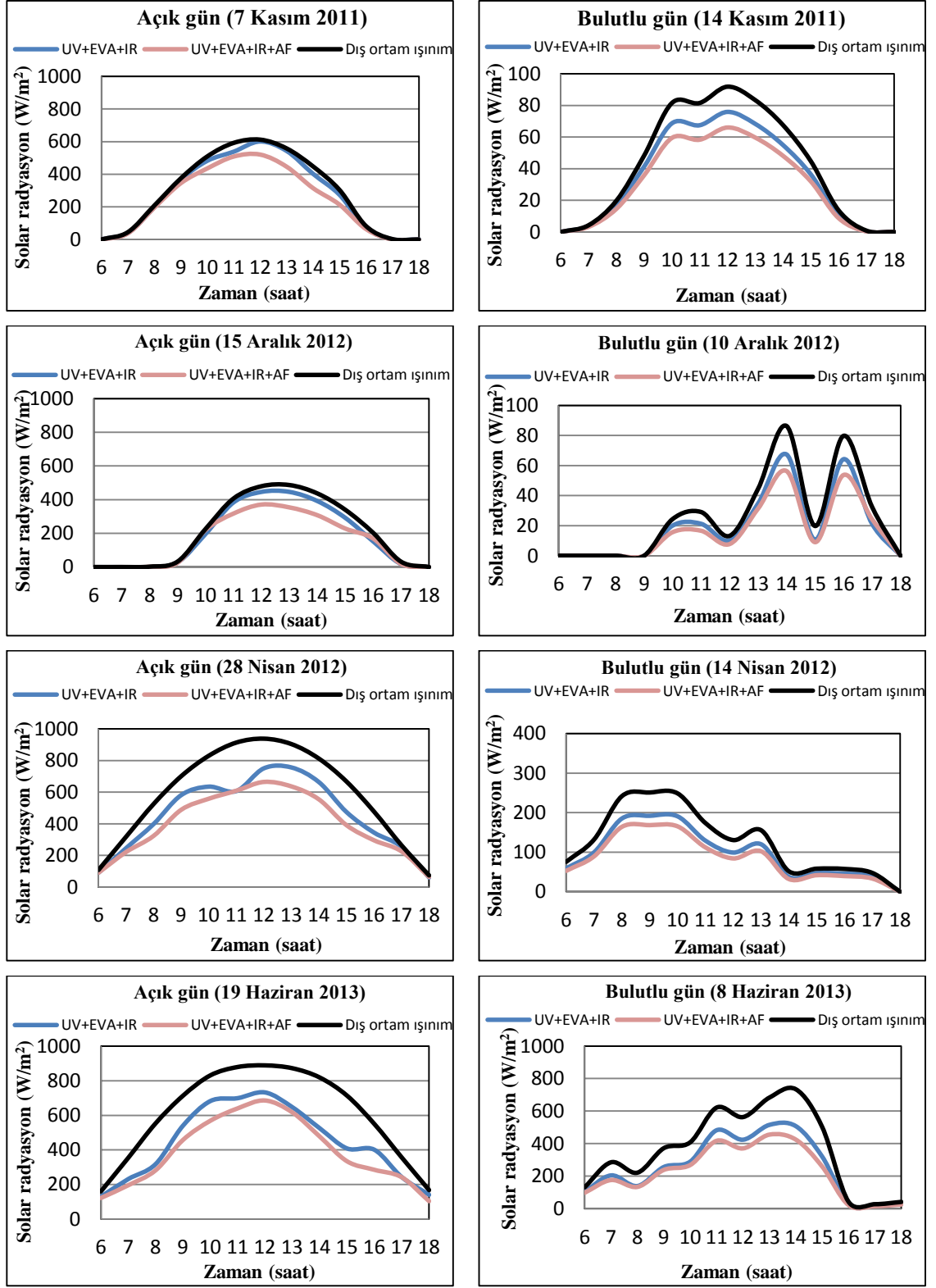
Geoola vd (2004), yaptıkları çalışmada İsrail ekolojik koşullarında CO-EX UV+IR ve UV+IR+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin örtü malzemesinin dış yüzeyinde biriken toz ve kirliliğe bağlı olarak 3 aylık bir periyotta sırasıyla yaklaşık olarak % 9.3 ve % 10.4 oranında azaldığını ancak 3 aylık periyodun sonunda örtü malzemesinin temizlenmesi ile malzemenin geçirgenliğinin yeni filmin geçirgenlik değerine yakın olduğunu bildirmişlerdir. Buradan, anılan çalışmada yağışların sera örtü malzemelerinin ışınım geçirgenliğini iyileştirdiği sonucu çıkarılabilir.

Al-Helal ve Alhamdan (2009), çalışmalarında Suudi Arabistan'ın Riyad bölgesindeki ekolojik koşulların 0.2 mm kalınlıklı polietilen filmin toplam ışınım ve PAR geçirgenlik kaybını 3 aylık bir periyodun sonunda % 9.0 ve % 15.3 oranında azalttığını ancak 11 aylık periyodun sonunda yağışların anılan kayıpları azalttığını bildirmişlerdir.

CO-EX teknoloji ile üretilen UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin örtünün kullanım süresi (24 ay) boyunca çevre koşulları ve yaşlanmaya bağlı olarak sırasıyla % 7.3 ve % 13.2 oranında azaldığı saptanmıştır. Ayrıca, deneme süresince tüm aylar itibarıyla UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemesinin UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemesine göre daha yüksek bir toplam ışınım geçirgenlik değeri gösterdiği belirlenmiştir.

Farklı sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz gününde toplam ışınım geçirgenliğinin günün saatine bağlı değişimleri güneşli ve bulutlu gökyüzü koşulları için Şekil 4.2'de sunulmuştur.

Şekil 4.2'de görüldüğü gibi günün saati örtü malzemelerinin ışınım geçirgenliğini etkilemektedir. Açık gökyüzü koşullarında eğrinin sabah saatlerinden öğle saatlerine doğru artış gösterdiği en fazla ışınımın günün öğle saatlerinde (12:00) gerçekleştiği, öğle saatlerinden akşam saatlerine doğru ise eğrinin azalan yönde değiştiği görülmektedir. Bununla birlikte, sonbahar ve kış aylarında sabahın erken saatleri ile akşam saatlerinde dış ortam ve seralara ulaşan toplam ışınımın sıfır olduğu ancak bahar ve yaz aylarında ise anılan saatlerde dış ortam ve seralara güneş enerjisinin ulaştığı görülmektedir. Bulutlu gökyüzü koşullarında ise eğrinin sinüs eğrisi şeklinde dalgalı bir değişim gösterdiği görülmektedir.



Şekil 4.2. Sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz günlerinde günlük saatlik ortalama toplam ışınım geçirgenliğinin zamana bağlı değişimi

4.1.2. Fotosentetik aktif radyasyon (PAR) geçirgenliğinin zamana bağlı değişimi

CO-EX teknoloji ile üretilen UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı sera örtü malzemelerinin PAR (400-700 nm) geçirgenliğinin ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) örtünün kullanım süresi (24 ay) boyunca zamana bağlı aylık (Kasım 2011-Kasım 2013) değişim ortalamaları Çizelge 4.3'de günlük değişim ortalamaları ise Ek-3 ve Ek-6'da sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin deneme süresince (Kasım 2011-Kasım 2013) aylık ortalama PAR geçirgenliği

| Yıl | Ay | Sera içi PAR değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | | Dış Ortam PAR değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) |
|------|---------|-----------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------|
| | | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF | |
| 2011 | Kasım | 219.7* | 227.9 | 274.4 |
| | Aralık | 171.9 | 172.6 | 218.3 |
| 2012 | Ocak | 83.1 | 88.3 | 116.9 |
| | Şubat | 217.9 | 228.4 | 310.2 |
| | Mart | 309.5 | 315.0 | 461.1 |
| | Nisan | 359.9 | 366.0 | 544.6 |
| | Mayıs | 322.4 | 344.0 | 580.1 |
| | Haziran | 320.8 | 347.0 | 619.0 |
| | Temmuz | 281.1 | 308.3 | 601.5 |
| | Ağustos | 302.8 | 317.6 | 558.6 |
| | Eylül | 271.6 | 281.4 | 501.6 |
| | Ekim | 215.0 | 203.0 | 359.1 |
| | Kasım | 179.8 | 182.3 | 255.3 |
| | Aralık | 136.0 | 137.8 | 193.4 |
| 2013 | Ocak | 146.5 | 147.3 | 208.7 |
| | Şubat | 159.8 | 161.1 | 228.4 |
| | Mart | 292.8 | 298.3 | 427.8 |
| | Nisan | 333.4 | 342.6 | 504.4 |
| | Mayıs | 353.3 | 378.0 | 558.2 |
| | Haziran | 326.5 | 362.0 | 536.3 |
| | Temmuz | 321.8 | 357.6 | 533.7 |
| | Ağustos | 306.9 | 344.1 | 531.2 |
| | Eylül | 315.3 | 342.7 | 471.2 |
| | Ekim | 257.8 | 262.3 | 348.8 |

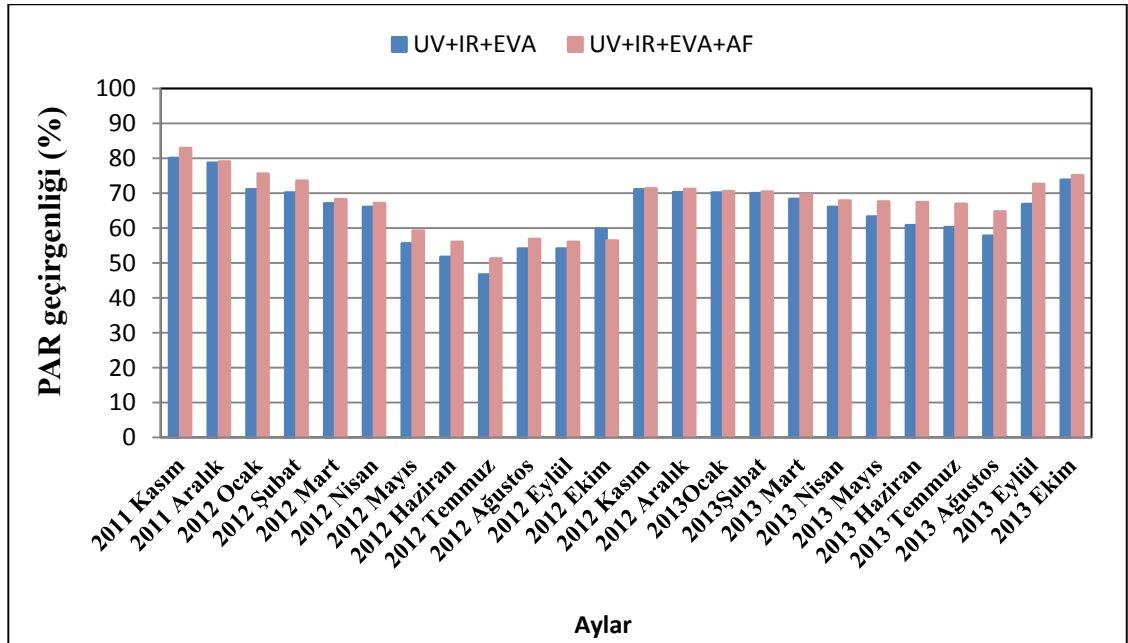
* 2 tekrerrir ortalamasıdır.

Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi farklı sera örtü malzemelerinin PAR geçirgenliklerinin aylar itibariyle güneş ışınlarının geliş açısının değişimine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Anılan çizelgelerde görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE filmin PAR geçirgenliğinin 2011 Kasım ve 2013 Kasım ayları arasında 83.1 ile 359.9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE filmin ise 88.3 ile 378.0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Dış ortam PAR ışınımı ise anılan yıllar içerisinde 116.9 ile 619.0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değiştiği en düşük dış ortam PAR ışınımı 2012 yılı Ocak ayında (116.9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) gerçekleştiği en fazla dış ortam PAR ışınımı ise 2012 yılı Haziran ayında (619.0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) gerçekleştiği belirlenmiştir.

CO-EX UV+IR+EVA ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin PAR geçirgenliği (%) ile zamana bağlı PAR geçirgenliğindeki kayıplar (%) Çizelge 4.4'de ve Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Sera örtü malzemelerinin zamana bağlı PAR geçirgenliği (%)

| Yıl | Aylar | Doğal yaşlandırma süresi (ay) | UV+IR+EVA | | UV+IR+EVA+AF | |
|------|-------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| | | | PAR geçirgenliği (%) | PAR geçirgenlik kaybı (%) | PAR geçirgenliği (%) | PAR geçirgenlik kaybı (%) |
| 2011 | Kasım (Örtü yeni) | 1 | 80.1 | - | 83.0 | - |
| | Aralık | 2 | 78.8 | 1.6 | 79.1 | 4.7 |
| 2012 | Ocak | 3 | 71.1 | 11.2 | 75.6 | 8.9 |
| | Şubat | 4 | 70.2 | 12.4 | 73.6 | 11.3 |
| | Mart | 5 | 67.1 | 16.2 | 68.3 | 17.7 |
| | Nisan | 6 | 66.1 | 17.5 | 67.2 | 19.0 |
| | Mayıs | 7 | 55.6 | 30.6 | 59.3 | 28.6 |
| | Haziran | 8 | 51.8 | 35.3 | 56.1 | 32.4 |
| | Temmuz | 9 | 46.7 | 41.7 | 51.3 | 38.2 |
| | Ağustos | 10 | 54.2 | 32.3 | 56.9 | 31.4 |
| | Eylül | 11 | 54.2 | 32.4 | 56.1 | 32.4 |
| | Ekim | 12 | 59.9 | 25.2 | 56.5 | 31.9 |
| | Kasım | 13 | 71.1 | 11.2 | 71.4 | 14.0 |
| | Aralık | 14 | 70.3 | 12.2 | 71.2 | 14.2 |
| 2013 | Ocak | 15 | 70.2 | 12.4 | 70.6 | 14.9 |
| | Şubat | 16 | 70.0 | 12.6 | 70.5 | 15.1 |
| | Mart | 17 | 68.4 | 14.6 | 69.7 | 16.0 |
| | Nisan | 18 | 66.1 | 17.5 | 67.9 | 18.2 |
| | Mayıs | 19 | 63.3 | 21.0 | 67.7 | 18.4 |
| | Haziran | 20 | 60.9 | 24.0 | 67.5 | 18.7 |
| | Temmuz | 21 | 60.3 | 23.5 | 67.0 | 15.3 |
| | Ağustos | 22 | 57.8 | 26.6 | 64.8 | 18.1 |
| | Eylül | 23 | 66.9 | 15.1 | 72.7 | 8.1 |
| Ekim | 24 | 73.9 | 6.2 | 75.2 | 4.9 | |



Şekil 4.3. Sera örtü malzemelerinin zamana bağlı PAR geçirgenliği (%)

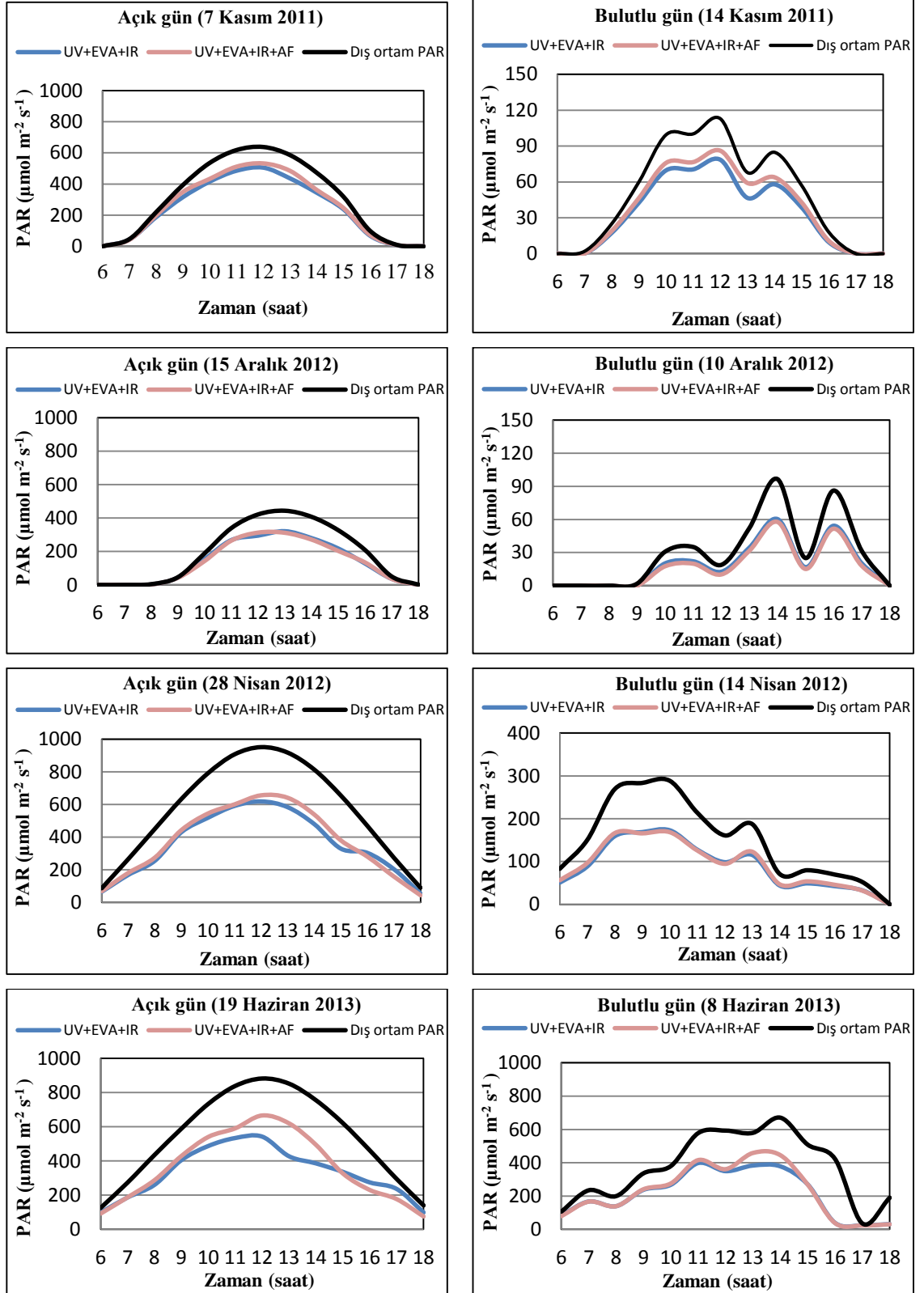
Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE filmlerin başlangıç (yeni örtü) PAR geçirgenlik değerlerinin sırasıyla % 80.1 ve % 83.0 olduğu saptanmıştır. Anılan sera örtü malzemelerinin PAR geçirgenliğinin zamana bağlı olarak örtünün dış yüzeyindeki toz ve kirlilik birikimine bağlı olarak 2012 yılı Temmuz ayına kadar azaldığı (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3) ve bu azalmanın 9 aylık bir periyodun sonunda (2012 yılı Temmuz ayı) UV+IR+EVA katkılı PE'de % 41.7 UV+IR+EVA+AF katkılı PE'de ise % 38.2 olduğu belirlenmiştir. Ancak, Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE filmlerin PAR geçirgenliğinin 2012 yılı Temmuz (31 Temmuz) ayında gerçekleşen yağış ile örtü malzemesi üzerinde biriken toz ve kirliliğin yikanmasına bağlı olarak geçirgenlik değerlerinin 2012 yılı Ağustos ayından itibaren tekrar artmaya başladığı ve bu artışın Aralık ayına kadar devam ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.3). Nitekim, 2012 yılı Temmuz ayında gerçekleşen yağış kaydedilebilir düzeyde olmamasına rağmen çalışmada quantum algılayıcısı ile Temmuz ayında dış ortam günlük ortalama PAR ışınım değerlerinin 421.0 ile 607.0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değiştiği 31 Temmuz günü ise anılan değer 349.0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olduğu saptanmıştır. Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi yağışlarla meydana gelen yıkamaya bağlı olarak UV+IR+EVA katkılı PE ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü malzemesinin PAR geçirgenlik değerlerinin birinci yılın sonunda (2012 yılı Kasım ayı) başlangıç değerine kısmen yaklaştığı ve geçirgenlik kaybının ise sırasıyla % 11.2 ve % 14.0 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3'de görüldüğü gibi 12 aylık bir periyodun sonunda (2012 yılı Kasım ayı) farklı sera örtü malzemelerinin geçirgenlik değerlerinin başlangıç PAR değerlerine kısmen yaklaştıktan sonra çevre koşullarına bağlı olarak tekrar azaldığı ancak bu azalmanın 2012 yılı Aralık ayından itibaren aylara göre daha düşük düzeylerde gerçekleştiği ve 24 aylık kullanım ömrünün (doğal yaşlanma) sonunda başlangıç PAR geçirgenliklerinin (2011 Kasım ayı % 80.1 ve 83.0) sırası ile % 6.2 ve % 4.9 oranında azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, deneme süresince tüm aylar itibariyle UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemesinin UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemesine göre daha yüksek bir PAR geçirgenlik değeri gösterdiği belirlenmiştir.

Al-Helal ve Alhamdan (2009), Suudi Arabistan'ın Riyad bölgesindeki ekolojik koşulların 0.2 mm kalınlıklı polietilen filmin toplam ışınım ve PAR geçirgenlik kaybını 3 aylık bir periyodun sonunda % 9 ve % 15.3 oranında azalttığını ancak 11 aylık periyodun sonunda yağışların anılan kayıpları azalttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.3 incelendiğinde, CO-EX teknoloji ile üretilen UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı sera örtü malzemelerinin PAR geçirgenliğinin örtünün kullanım süresi (24 ay) boyunca çevre koşulları, yoğunlaşma ve yaşlanmaya bağlı olarak azaldığı, yağışlarla geçirgenliğin belirli aylarda nispeten iyileştiği, deneme süresince ise tüm aylar itibariyle UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemesinin UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemesine göre daha yüksek bir PAR geçirgenlik değeri gösterdiği söylenebilir.

Farklı sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz gününde PAR geçirgenliğinin günün saatine bağlı değişimleri güneşli ve bulutlu gökyüzü koşulları için Şekil 4.4'de sırasıyla sunulmuştur.



Şekil 4.4. Sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz günlerinde günlük saatlik ortalama PAR geçirgenliğinin zamana bağlı değişimi

Şekil 4.4'de görüldüğü gibi günün saati örtü malzemelerinin PAR geçirgenliğini etkilemektedir. Açık gökyüzü koşullarında eğrinin sabah saatlerinden öğle saatlerine doğru artış gösterdiği en fazla ışınımın günün öğle saatlerinde (12:00) gerçekleştiği öğle saatlerinden akşam saatlerine doğru ise eğrinin azalan yönde değiştiği görülmektedir. Bununla birlikte, sonbahar ve kış aylarında sabahın erken saatleri ile akşam saatlerinde dış ortam ve seralara ulaşan PAR ışınımının sıfır olduğu ancak bahar ve yaz aylarında ise anılan saatlerde dış ortam ve seralara güneş enerjisinin ulaştığı görülmektedir. Bulutlu gökyüzü koşullarında ise eğrinin sinüs eğrisi şeklinde dalgalı bir değişim gösterdiği görülmektedir.

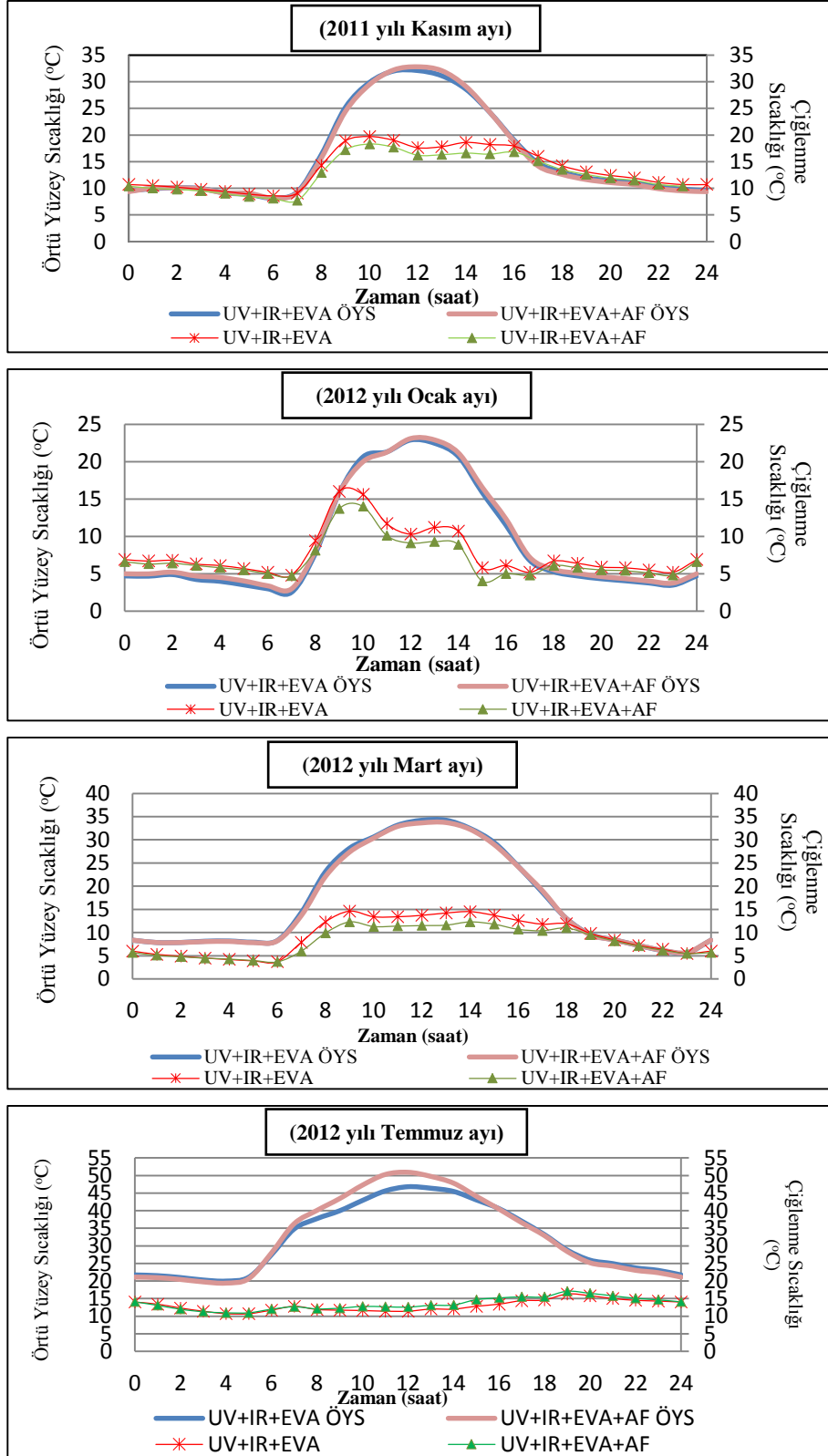
4.1.3. Farklı sera örtü malzemelerinde nem yoğunlaşmasının ışınım geçirgenliği üzerine etkisi

Seralarda örtü malzemesinin yüzey sıcaklığı sera iç ortam çiğlenme sıcaklığının altında ise malzemenin iç yüzeyinde nem yoğunlaşması meydana gelir. Bu durum dikkate alındığında açık gökyüzü koşullarından elde edilen aylık saatlik ortalama örtü yüzey sıcaklığı ve çiğlenme sıcaklık verilerine göre araştırma seralarında deneme süresince sonbahar ve kış aylarının akşam saatleri ile sabah erken saatlerinde nem yoğunlaşmasının gerçekleştiği saptanmıştır. İlkbahar ve yaz aylarında ise örtü yüzey sıcaklığı sera iç ortam çiğlenme sıcaklığının üzerinde olduğu için yoğunlaşma gerçekleşmemiştir (Şekil 4.5).

Çalışmada, araştırma seralarında nem yoğunlaşmasının gerçekleştiği tipik bir kış ayından örnek Şekil 4.6'da verilmiştir. Şekil 6'da görüldüğü gibi UV+IR+EVA katkıli PE filmle kaplı araştırma seralarında meydana gelen nem yoğunlaşması çıplak gözle fark edilebilecek düzeydedir. UV+IR+EVA+AF katkıli PE filmle kaplı araştırma seralarında ise yoğunlaşma ince bir film şeridi şeklinde gerçekleşmiştir. Bu durum yoğunlaşma anında anılan seralara yeterli ışığın geçişini (Çizelge 4.5) sağlamanın yanı sıra oluşan damlacıkların bitkiler üzerine akmasını engellediği belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Araştırma seralarında 2012 yılı Şubat ayı açık gökyüzü koşullarında gerçekleşen örnek bir nem yoğunlaşma durumu



Şekil 4.5. Sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz aylarında aylık saatlik ortalama örtü yüzey sıcaklığı (ÖYS) ve çiğlenme sıcaklığının zamana bağlı değişimi

Şekil 4.5'de görüldüğü gibi günün saati örtü yüzey sıcaklığını etkilemektedir. Açık gökyüzü koşullarında örtü yüzey sıcaklık eğrisinin sabah saatlerinden öğle saatlerine doğru artış gösterdiği, en fazla sıcaklık değerlerinin günün öğle saatlerinde (12:00) gerçekleştiği, öğle saatlerinden akşam saatlerine doğru ise eğrinin azalan yönde değiştiği görülmektedir.

Çalışmada, farklı sera örtü malzemelerinin iç yüzeyinde meydana gelen nem yoğunlaşma durumlarının malzemelerin ışınım geçirgenlikleri üzerine etkisini saptamak amacıyla güneşli günler için nemli koşullardaki (saat 07:00) geçirgenlik değerleri kuru koşullardaki (saat 14:00) geçirgenlik değerleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı araştırma seralarında nem yoğunlaşma durumları

| Aylar | Örtü yüzey sıcaklığı (°C) | | Sera iç ortam çiğlenme sıcaklığı (°C) | | Yoğunlaşma durumu | | Nemli koşullarda geçirgenlik (%) | Kuru koşullarda geçirgenlik (%) | Fark |
|--------------------------------|---------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------------|------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|
| | 07:00 | 14:00 | 07:00 | 14:00 | 07:00 | 14:00 | | | |
| UV+IR+EVA katkılı PE | | | | | | | | | |
| Kasım (2011) | 9.3 | 28.6 | 9.1 | 18.6 | Yok | Yok | - | - | - |
| Aralık (2011) | 4.0 | 23.0 | 5.0 | 16.0 | Var | Yok | * | * | * |
| Ocak (2012) | 2.5 | 20.7 | 4.8 | 10.7 | Var | Yok | * | * | * |
| Şubat (2012) | 7.5 | 29.9 | 8.3 | 23.6 | Var | Yok | 33.6 | 83.1 | - 49.5 |
| Kasım (2012) | 11.3 | 34.8 | 11.6 | 21.0 | Var | Yok | * | * | * |
| Aralık (2012) | 5.7 | 28.8 | 5.8 | 18.2 | Var | Yok | * | * | * |
| Ocak (2013) | 3.3 | 24.0 | -1.0 | 6.7 | Yok | Yok | - | - | - |
| Şubat (2013) | 9.7 | 30.9 | 4.8 | 12.2 | Yok | Yok | - | - | - |
| UV+IR+EVA+AF katkılı PE | | | | | | | | | |
| Kasım (2011) | 9.2 | 29.1 | 7.7 | 16.6 | Yok | Yok | - | - | - |
| Aralık (2011) | 3.9 | 23.9 | 4.9 | 14.4 | Var | Yok | * | * | * |
| Ocak (2012) | 3.0 | 21.2 | 4.7 | 8.9 | Var | Yok | * | * | * |
| Şubat (2012) | 7.6 | 30.7 | 8.1 | 22.9 | Var | Yok | 76.0 | 70.3 | + 5.7 |
| Kasım (2012) | 10.9 | 36.9 | 11.6 | 21.5 | Var | Yok | * | * | * |
| Aralık (2012) | 5.7 | 30.4 | 5.8 | 17.1 | Var | Yok | * | * | * |
| Ocak (2013) | 2.0 | 24.6 | -0.6 | 8.7 | Yok | Yok | - | - | - |
| Şubat (2013) | 9.7 | 32.0 | 6.0 | 20.1 | Yok | Yok | - | - | - |

* Dış ortama ulaşan ışınım enerjisi bulunmamaktadır

Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı araştırma seralarında 2011 yılı aralık ve 2012 yılı ocak, şubat, kasım ve aralık aylarında nem yoğunlaşmasının meydana geldiği belirlenmiştir. Nem yoğunlaşması genellikle sonbahar ve kış aylarında gerçekleşmiştir. Nem yoğunlaşmasının gerçekleştiği 2011 yılı aralık ve 2012 yılı ocak, kasım ve aralık ayları güneş ışınlarının eğik açıyla geldiği kış ayları olduğu için yoğunlaşmanın olduğu saatlerde (07:00) ortamda güneş enerjisi bulunmadığından veya çok düşük düzeylerde ışınım enerjisi yeryüzüne ulaştığından için (Bkz. Şekil 4.2) anılan saat için malzemelerin geçirgenlik değerleri belirlenememiştir. Ancak yoğunlaşmanın olduğu 2012 yılı şubat ayı ise CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı araştırma seralarına saat 07:00'de sırasıyla 7.5 ve 16.9 dış ortama ise 22.3 W m⁻² ışınım enerjisi ulaşmıştır. Yoğunlaşmanın olduğu 2012 yılı şubat ayı CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı araştırma seralarına saat 14:00'de sırasıyla 487.5 ve 412.6 dış ortama ise 586.7 W m⁻² ışınım enerjisi ulaşmıştır. Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı araştırma seralarında AF katkı maddesinin özelliği ile nemli koşullarda kuru koşullara oranla daha yüksek ışınım geçirgenlik değerleri elde edilmiştir. Bu artış + 5.7 olarak belirlenmiştir. UV+IR+EVA katkılı PE örtü ile kaplı araştırma seralarında ise nemli koşullarda kuru koşullara göre daha düşük ışınım geçirgenlik değerleri (- 49.5 oranında kayıp) elde edilmiştir.

Geoola vd (2004), yaptığı çalışmada deneysel bir model serada yapay olarak yoğunlaşma koşulları oluşturmuştur. Çalışmada AF katkı maddesi içeren PE filmin ışınım geçirgenliğini nemli koşullarda % 83.4 kuru koşullarda ise % 80.4 olarak saptanmışlardır. Araştırmacılar, AF katkı maddesi içermeyen UV katkılı PE ve UV+IR katkılı PE filmlerde ise nemli ve kuru koşullardaki geçirgenlik kaybının % 18.9 ve % 14.5 olduğunu bildirmişlerdir. Buradan, çalışmada da UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı araştırma seralarında nemli koşullarda kuru koşullara göre daha yüksek geçirgenlik değerlerinin elde edilmesi verilerin literatürle uyumlu olduğu göstermektedir.

4.2. Farklı Sera Örtü Malzemelerinin Bazı Mekanik Özelliklerinin Zamana Bağlı Değişimi

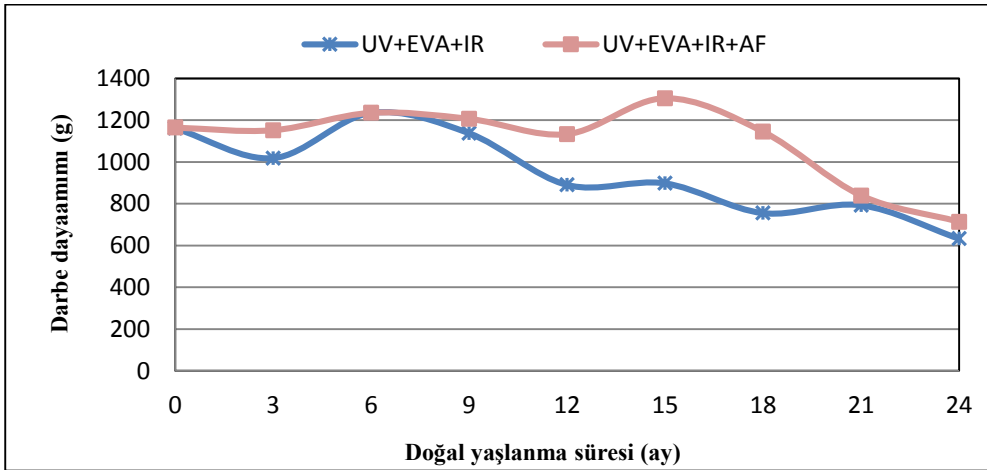
Materyal olarak kullanılan iki farklı sera örtü malzemesinin mekanik özelliklerinden "darbe dayanımı" ve "çekme dayanımı" belirlenmiştir. Anılan örtü malzemelerine ilişkin mekanik özellikler aşağıda sunulmuştur.

4.2.1. Darbe dayanımının zamana bağlı değişimi

CO-EX teknolojisi ile üretilen UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı polietilen (PE) sera örtü malzemelerinin serbest düşen kütle metodu ile belirlenen darbe dayanımlarının 24 aylık zamana bağlı değişimi Çizelge 4.6'da ve Şekil 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Sera örtü malzemelerinin darbe dayanımlarının zamana bağlı değişimi

| Doğal yaşlandırma süresi (ay) | Darbe Mukavemeti (gr) | |
|-------------------------------|-----------------------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 (Örtü yeni) | 1161.4 | 1164.1 |
| 3 (Kasım 2011-Ocak 2012) | 1018.3 | 1151.7 |
| 6 (Şubat-Nisan 2012) | 1235.0 | 1235.0 |
| 9 (Mayıs-Temmuz 2012) | 1137.5 | 1206.4 |
| 12 (Ağustos-Ekim 2012) | 890.0 | 1133.0 |
| 15 (Kasım 2012-Ocak 2013) | 897.5 | 1305.0 |
| 18 (Şubat-Nisan 2013) | 755.0 | 1145.0 |
| 21 (Mayıs-Temmuz 2013) | 792.5 | 839.0 |
| 24 (Ağustos-Ekim 2013) | 632.5 | 713.0 |



Şekil 4.7. Sera örtü malzemelerinin darbe dayanımlarının zamana bağlı değişimi

TSE (2003a), "Termoplastik Kaplama Filmleri-bahçe Bitkileri Yetiştiriciliği ve Tarımda Kullanılan" başlıklı standardında, araştırma kapsamında incelenen sera örtü malzemelerinin (termik opak film) kütle düşürme deneyi ile başlangıç darbe mukavemet değerinin ≥ 306 g olması gerektiğini bildirmiştir. Buradan, malzemelerin başlangıç darbe dayanım değerlerinin TS standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir.

Briassoulis vd (1997b), sera örtü malzemesi olarak kullanılan düşük yoğunluklu PE malzemenin serbest düşen kütle metodu ile ölçülen darbe dayanımlarının 260 g ile 881 g (0.20 mm kalınlık için) arasında değiştiğini anılan değer 0.2 mm kalınlıklı IR katkılı PE için daha yüksek (1200 g aşan) olduğunu bildirmişlerdir. Buradan, 0.175 mm kalınlıklı UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin

başlangıç darbe dayanımlarının literatür ile uyumlu olduğu ve birbirine yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6). Bununla birlikte genel olarak darbe dayanımlarının zamana bağlı olarak azaldığı 24 aylık bir periyodun sonunda UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin başlangıç darbe dayanımlarının sırasıyla % 45.5 ve % 38.8 oranında azaldığı saptanmıştır.

Brisassoulis vd (1997b), pratik bir kural olarak bir plastiğin kullanım ömrünü başlangıç mekanik direnci % 50 oranında azaldığı zaman tamamladığı bildirmişlerdir. Buradan UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemesinin kullanım süresinin bitimi ile ömrünü % 91 oranında tamamladığı söylenebilir.

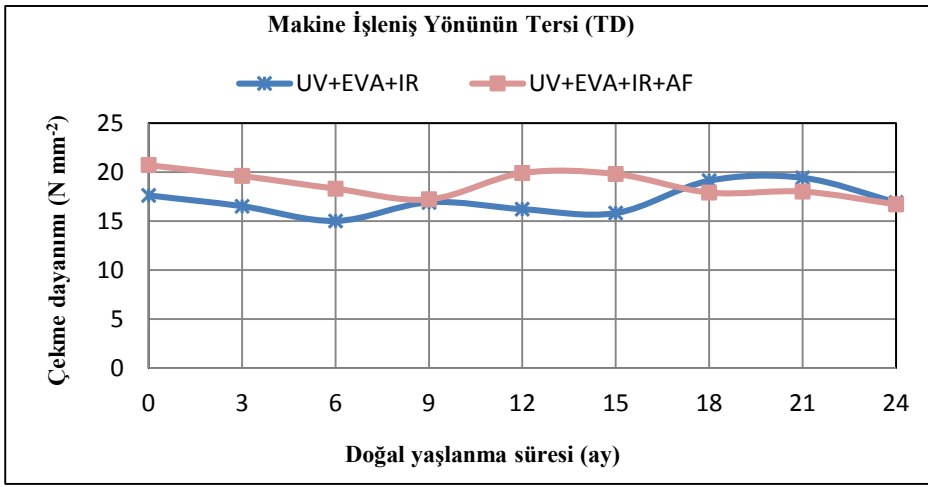
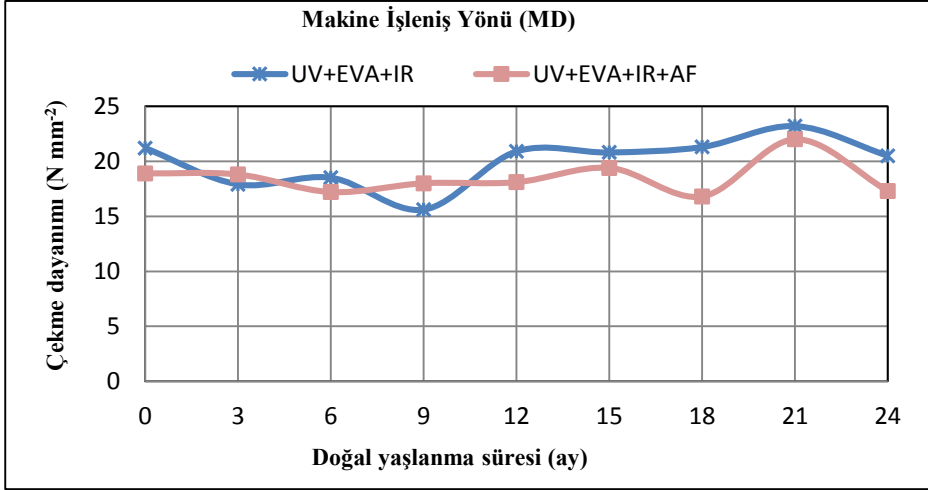
Şekil 4.7'de görüldüğü gibi araştırma kapsamında incelenen plastiklerin darbe dayanım değerlerinin zamana bağlı dalgalı bir değişim şeklinde azalma gösterdiği bazı aylarda ise geri kazanımların gerçekleştiği görülmektedir. Nitekim, doğal yaşlanma koşullarında malzeme üzerine aylar itibariyle güneş ışınlarının geliş açısı farklı olmakla birlikte dış ortam sıcaklık ve nem düzeyleri de değişmektedir. Anılan koşullar altında malzemede meydana gelen büzülme ve genleşme darbe dayanım değerlerinin zamana bağlı dalgalı bir değişim göstermesine sebebiyet verdiği söylenebilir.

4.2.2. Çekme dayanımının zamana bağlı değişimi

CO-EX teknolojisi ile üretilen UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü malzemelerin çekme dayanımının 24 aylık zamana bağlı değişimi Çizelge 4.7 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Deneme süresince her üç ayda bir UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemesi için yapılan çekme test sonuçları Ek 1 ve Ek 36'da sırası ile verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı sera örtü malzemelerinin çekme dayanımlarının zamana bağlı değişimi

| Doğal yaşlandırma süresi (ay) | Çekme Mukavemeti (N mm ⁻²) | | | |
|-------------------------------|----------------------------------------|------|--------------|------|
| | UV+IR+EVA | | UV+IR+EVA+AF | |
| | MD | TD | MD | TD |
| 0 (Örtü yeni) | 21.2 | 17.6 | 18.9 | 20.7 |
| 3 (Kasım 2011-Ocak 2012) | 17.9 | 16.5 | 18.8 | 19.6 |
| 6 (Şubat-Nisan 2012) | 18.5 | 15.0 | 17.2 | 18.3 |
| 9 (Mayıs-Temmuz 2012) | 15.6 | 16.9 | 18.0 | 17.2 |
| 12 (Ağustos-Ekim 2012) | 20.9 | 16.2 | 18.1 | 19.9 |
| 15 (Kasım2012-Ocak 2013) | 20.8 | 15.8 | 19.4 | 19.8 |
| 18 (Şubat-Nisan 2013) | 21.3 | 19.1 | 16.8 | 17.9 |
| 21 (Mayıs-Temmuz 2013) | 23.2 | 19.4 | 22.0 | 18.0 |
| 24 (Ağustos-Ekim 2013) | 20.5 | 16.9 | 17.3 | 16.7 |



Şekil 4.8. Farklı sera örtü malzemelerinin çekme dayanımlarının zamana bağlı değişimi

Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemenin makine işleniş yönünde daha yüksek çekme mukavemet değerleri gösterdiği UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemenin ise her iki yönde çekme mukavemet değerlerinin paralellik gösterdiği görülmektedir. Araştırmada, anılan sera örtü malzemelerinin çekme dayanımlarının zamana bağlı değişim grafiklerinde her iki yönde genel olarak benzerlik gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.8). Çalışmada, UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemesinin çekme mukavemetinin makine işleniş yönünde 24 aylık kullanım ömrünün sonunda sırasıyla % 3.3 ve % 8.5 oranında azaldığı, makine işleniş yönünün tersi yönünde ise sırasıyla % 4.0 ve % 19.3 oranında azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.7).

TSE (2003a), "Termoplastik Kaplama Filmleri-Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliği ve Tarımda Kullanılan" başlıklı standardında araştırma kapsamında incelenen sera örtü malzemelerinin (termik opak film) kopma anında çekme gerilme değerlerinin MD ve TD yönünde ≥ 16 MPa olması gerektiğini bildirmiştir. Buradan, araştırma kapsamında incelenen malzemelerin başlangıç çekme mukavemet değerlerinin MD ve TD yönünde TS standartlarına uygun olduğu saptanmıştır.

Briassoulis (2005), sera örtü malzemesi olarak kullanılan yaşlanmış LDPE malzemenin mekanik davranışı sünek (elastik) bir yapıdan gevrek (sert) bir yapıya yavaş yavaş geçtiğini bildirmişlerdir.

Akkurt (2007), metallerin aksine plastiklerin gevrek ve sünek davranışlarının plastiklerin yapısına, molekül ağırlığına, sıcaklığa, yükleme hızına vb. gibi bir çok faktörlere bağlı olduğunu bildirmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen sera örtü malzemelerinin başlangıç çekme mukavemet değerlerinin literatürle uyumlu olduğu söylenebilir. Bununla birlikte UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin elastik yapıdan sert yapıya, kullanım süresinin bitiminde ulaşmadığı bu nedenle gevrek kopmanın gerçekleşmediği dolayısıyla fiziksel yapısının bozulmadığı söylenebilir. Ayrıca, LDPE malzemelerin çekme dayanımlarının yapay yaşlanma koşullarında belli dalga boyunda radyasyon, sıcaklık ve nem düzeylerinin sürekli sağlanmasına bağlı olarak çekme diyagramlarının zamana bağlı olarak azaldığı (Bkz. Şekil 2.5) gerçek tarla koşullarında ise aylar itibarıyla gerçekleşen radyasyon düzeylerinin ve dış ortam sıcaklığının farklı olmasına bağlı olarak malzemede meydana gelen esneme ve gerilme ile çekme diyagramlarının zamana bağlı dalgalı biçimde (bazı aylarda geri dönüşümler) değiştiği (Bkz. Şekil 2.7) ve malzeme gevrek bir yapıya geçerken ise bu azalmanın daha yavaş gerçekleştiği söylenebilir.

Araştırmada çekme deney testi ile malzemelerin akma mukavemeti ve kopmada uzaması gibi diğer bazı önemli özelliklerine ilişkin elde edilen sonuçlar sırasıyla Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9'da sunulmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı sera örtü malzemelerinin akma mukavemet değerlerinin zamana bağlı değişimi

| Doğal yaşlandırma süresi (ay) | Akma Mukavemeti (N mm ⁻²) | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|------|--------------|------|
| | UV+IR+EVA | | UV+IR+EVA+AF | |
| | MD | TD | MD | TD |
| 0 | 9.3 | 6.9 | 9.1 | 9.7 |
| 3 | 10.4 | 9.0 | 10.5 | 10.0 |
| 6 | 10.2 | 6.8 | 10.0 | 8.8 |
| 9 | 9.5 | 8.8 | 10.6 | 9.9 |
| 12 | 12.3 | 9.0 | 11.5 | 11.5 |
| 15 | 13.0 | 9.7 | 11.5 | 11.3 |
| 18 | 10.7 | 9.5 | 8.4 | 11.2 |
| 21 | 12.4 | 11.3 | 11.5 | 10.8 |
| 24 | 11.3 | 11.0 | 9.6 | 9.2 |

Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkıli polietilen (PE) sera örtü malzemelerin başlangıç akma mukavemet değerlerinin makine işleniş yönünde (MD) sırasıyla 9.3 ve 9.1 N mm⁻² olduğu, TD yönünde ise anılan değerlerin sırasıyla 6.9 ve 9.7 N mm⁻² olduğu belirlenmiştir. UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkıli polietilen (PE) sera örtü malzemelerin 24 aylık kullanım süresinin sonunda ise başlangıç akma mukavemet değerlerinin sırasıyla MD yönünde 11.3 ve 9.6 N mm⁻² olduğu TD yönünde ise 11.0 ve 9.2 N mm⁻² olduğu saptanmıştır.

A. BERBEROĞLU (2013)*, akma mukavemeti bir malzemenin sert bir yapıya geçişinin göstergesi olduğundan malzemeye şekil verebilmek için daha fazla güç uygulanması gerektiğini bildirmiştir. Buradan, incelenen sera örtü malzemelerinin akma mukavemet değerlerinin zamana bağlı olarak artması ile malzemelerin sert bir yapıya geçiş döneminde olduğu ancak anılan malzemelerinin gevrek kopma gösterecek şekilde henüz sertleşmediği Çizelge 4.7'de çekme mukavemet değerleri de desteklemektedir.

Çizelge 4.9. Farklı sera örtü malzemelerinin kopmada uzama değerlerinin zamana bağlı değişimi

| Doğal yaşlandırma süresi (ay) | Kopma uzaması % | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------|--------------|-------|
| | UV+IR+EVA | | UV+IR+EVA+AF | |
| | MD | TD | MD | TD |
| 0 | 529.2 | 679.8 | 561.4 | 686.2 |
| 3 | 493.1 | 587.3 | 505.6 | 663.2 |
| 6 | 461.5 | 603.6 | 474.3 | 643.7 |
| 9 | 448.7 | 624.5 | 497.5 | 578.2 |
| 12 | 516.2 | 592.7 | 431.1 | 599.8 |
| 15 | 491.2 | 561.9 | 520.9 | 633.5 |
| 18 | 567.8 | 696.6 | 536.4 | 590.9 |
| 21 | 550.3 | 631.4 | 542.0 | 586.4 |
| 24 | 531.4 | 582.9 | 539.2 | 602.2 |

Çizelge 4.9'da görüldüğü gibi UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkıli polietilen (PE) sera örtü malzemelerin başlangıç kopma uzaması değerlerinin makine işleniş yönünde (MD) sırasıyla % 529.2 ve % 561.4 olduğu TD yönünde ise anılan değerlerin sırasıyla % 679.8 ve % 686.2 olduğu belirlenmiştir. UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkıli polietilen (PE) sera örtü malzemelerin 24 aylık kullanım süresinin sonunda ise başlangıç kopma uzaması değerlerinin sırasıyla MD yönünde % 531.4 ve % 539.2 olduğu TD yönünde ise % 582.9 ve % 602.2 olduğu saptanmıştır.

* Sözlü görüşme-Kimya Mühendisi, İmece Plastik San. Tic. A. Ş.

Yıldızlı (2011), kopma uzaması değerlerinin bir malzemenin sünekliğini gösterdiğini bildirmiştir.

TSE (2003a), "Termoplastik Kaplama Filmleri-Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliği ve Tarımda Kullanılan" başlıklı standardında araştırma kapsamında incelenen sera örtü malzemelerinin (termik opak film) kopma anında çekme uzaması değerlerinin MD ve TD yönünde \geq % 300 olması gerektiğini bildirmiştir. Buradan, araştırma kapsamında incelenen malzemelerin başlangıç kopma uzaması değerlerinin MD ve TD yönünde TS standartlarına uygun olduğu saptanmıştır.

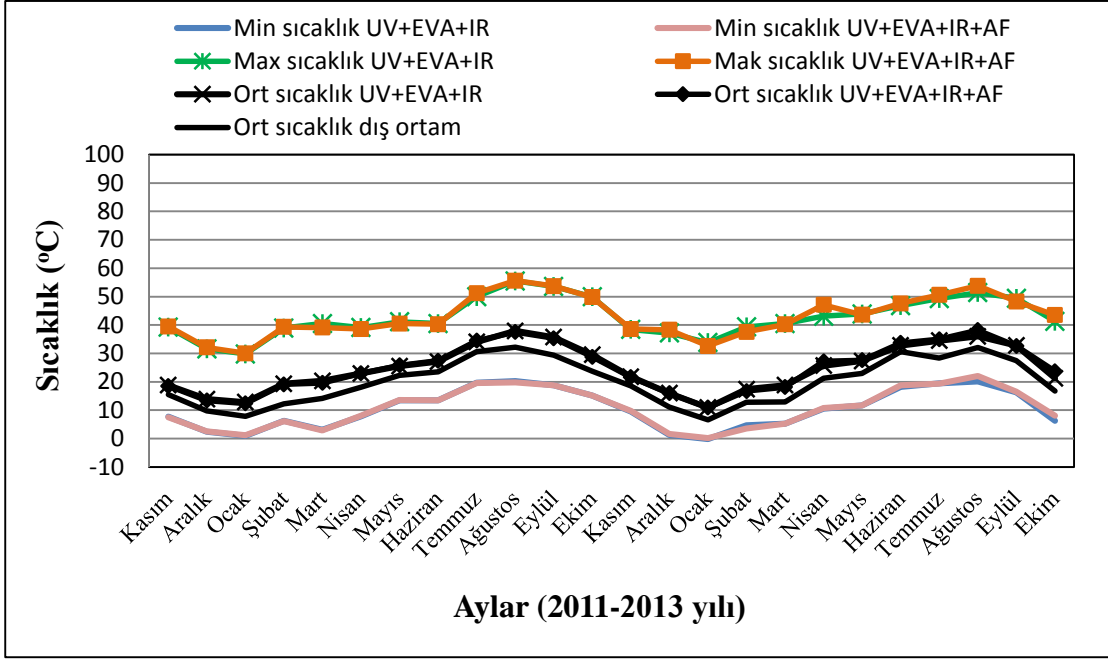
Elde edilen bulgulardan anlaşılacağı üzere araştırma kapsamında incelenen sera örtü malzemelerinin kullanım ömürlerinin sonunda halen elastik bir yapı gösterdiği söylenebilir.

4.3. Farklı Sera Örtü Malzemeleri Altındaki Sera İçi Çevre Koşulları

CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarından elde edilen sera iç ve dış ortam sıcaklık ölçüm değerlerinin örtünün kullanım süresi boyunca (Kasım 2011-Kasım 2013) aylık değişimi Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Araştırma seralarında sera iç ve dış ortam sıcaklık değerleri

| Yıl | Ay | Sera iç ortam sıcaklık (°C) | | | | | | Dış Ortam (°C) | | |
|------|---------|-----------------------------|------|------|--------------|------|------|----------------|------|------|
| | | UV+IR+EVA | | | UV+IR+EVA+AF | | | Min | Maks | Ort |
| | | Min | Maks | Ort | Min | Maks | Ort | | | |
| 2011 | Kasım | 7.7 | 39.2 | 18.8 | 7.5 | 39.5 | 18.5 | 8.7 | 27.2 | 15.5 |
| | Aralık | 2.4 | 31.6 | 13.9 | 2.5 | 32.1 | 13.4 | 3.5 | 18.6 | 9.7 |
| 2012 | Ocak | 1.0 | 29.8 | 12.8 | 1.2 | 30.0 | 12.4 | 0.8 | 14.6 | 7.8 |
| | Şubat | 6.3 | 38.9 | 19.3 | 6.2 | 39.3 | 19.1 | 4.2 | 19.8 | 12.2 |
| | Mart | 3.1 | 40.5 | 20.3 | 2.9 | 39.1 | 19.6 | 3.6 | 23.8 | 14.1 |
| | Nisan | 7.8 | 39.1 | 22.9 | 8.1 | 38.6 | 23.0 | 9.3 | 29.1 | 18.1 |
| | Mayıs | 13.5 | 41.1 | 25.5 | 13.6 | 40.5 | 25.8 | 13.9 | 32.5 | 22.3 |
| | Haziran | 13.5 | 40.5 | 27.1 | 13.5 | 40.3 | 27.4 | 13.7 | 35.5 | 23.5 |
| | Temmuz | 19.7 | 50.0 | 34.0 | 19.6 | 51.2 | 34.5 | 20.5 | 41.4 | 30.6 |
| | Ağustos | 20.2 | 55.5 | 37.9 | 19.8 | 55.6 | 37.5 | 20.2 | 42.0 | 32.2 |
| | Eylül | 18.8 | 53.6 | 35.7 | 18.8 | 53.7 | 35.3 | 18.6 | 39.7 | 29.4 |
| | Ekim | 15.2 | 49.9 | 29.5 | 15.2 | 49.8 | 28.8 | 15.5 | 35.5 | 23.7 |
| | Kasım | 9.5 | 38.4 | 21.8 | 9.7 | 38.6 | 21.6 | 10.5 | 26.0 | 18.5 |
| | Aralık | 1.3 | 37.2 | 16.0 | 1.6 | 38.3 | 16.0 | 1.1 | 21.4 | 11.1 |
| 2013 | Ocak | -0.2 | 33.8 | 10.9 | 0.2 | 32.6 | 10.9 | 1.3 | 15.1 | 6.6 |
| | Şubat | 4.7 | 39.3 | 17.4 | 3.6 | 37.6 | 16.7 | 7.5 | 19.3 | 12.8 |
| | Mart | 5.3 | 40.5 | 18.8 | 5.3 | 40.2 | 18.1 | 5.6 | 23.9 | 12.9 |
| | Nisan | 10.6 | 43.1 | 25.7 | 10.8 | 47.1 | 27.2 | 11.4 | 32.5 | 21.2 |
| | Mayıs | 11.7 | 43.9 | 27.3 | 11.7 | 43.6 | 27.6 | 11.9 | 31.8 | 23.0 |
| | Haziran | 18.2 | 46.8 | 32.8 | 18.8 | 47.6 | 33.7 | 19.8 | 39.6 | 30.6 |
| | Temmuz | 19.4 | 49.3 | 34.5 | 19.3 | 50.6 | 35.0 | 19.0 | 36.8 | 28.3 |
| | Ağustos | 20.1 | 51.4 | 36.0 | 22.0 | 53.8 | 38.2 | 22.0 | 41.7 | 32.1 |
| | Eylül | 16.3 | 49.4 | 32.8 | 16.5 | 48.3 | 32.6 | 15.6 | 36.7 | 27.5 |
| | Ekim | 6.3 | 41.3 | 21.2 | 8.1 | 43.5 | 23.7 | 6.2 | 25.9 | 16.7 |



Şekil 4.9. Araştırma seralarında 2011-2013 yılları arasında aylar itibariyle sera iç ortam minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9'da görüldüğü gibi ortalama sıcaklıklar dikkate alındığında araştırma seralarında tüm aylarda sera iç ortam sıcaklığının dış ortam sıcaklığından yüksek olduğu görülmektedir. Sera iç ortam ortalama sıcaklık değerlerin CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE örtü ile kaplı seralarda aylar itibariyle 10.9 ile 37.9 °C arasında değiştiği CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü malzemesi ile kaplı seralarda ise 10.9 ile 38.2 °C arasında değiştiği görülmektedir. Bununla birlikte, CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında en düşük sıcaklığın 2013 yılı Ocak ayında sırasıyla -0.2 °C ve 0.2 °C, en fazla sera iç sıcaklığın ise 2012 yılı Ağustos ayında sırasıyla 55.5 °C ve 55.6 °C olarak gerçekleştiği belirlenmiştir.

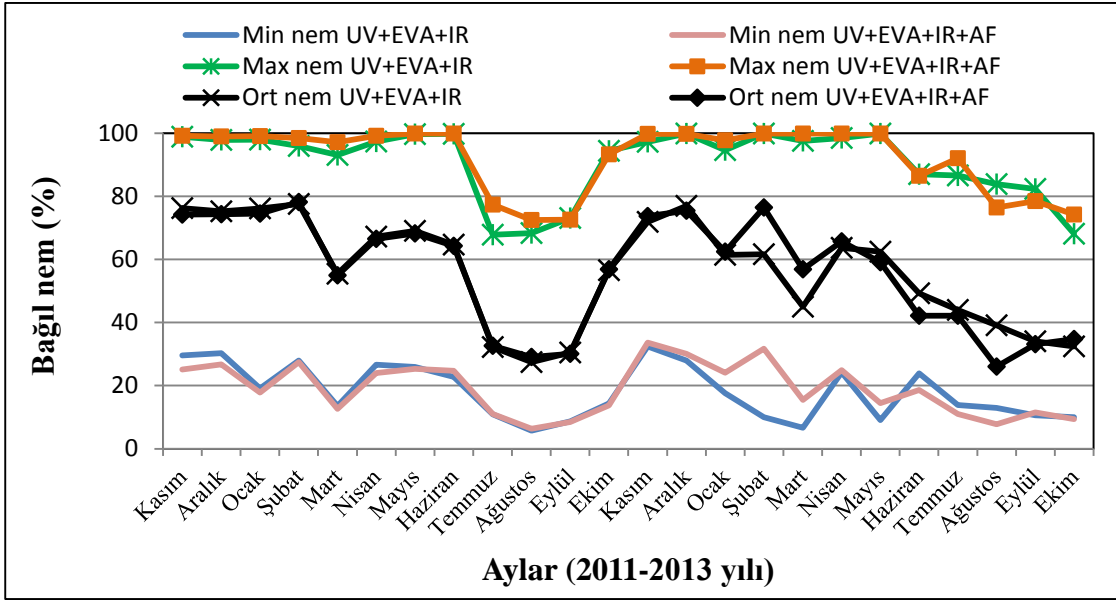
Zabeltitz (1992), Baudoin ve Zabeltitz (2002), kontrollü ortamda yapılan yetiştiricilikte bitkilerin 17-27 °C sıcaklıklar arasında uygun bir şekilde yetiştirilebileceğini bildirmişlerdir. Ancak, seralardaki solar radyasyonun ısıtma etkisi dikkate alındığında ısıtılmayan seralar için ortalama günlük dış sıcaklığın 12-22 °C arasında olmasının uygun iklim sınırları olarak tanımlanabileceğini belirtmişlerdir. Buradan, farklı sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında yapılan yetiştiricilik de dikkate alındığında 2011 yılı aralık, 2012 ve 2013 yılı aralık ve ocak ayları dışındaki aylar itibariyle sera iç ortam ortalama sıcaklık değerlerinin 17 °C'nin üzerinde olduğu bununla birlikte sera iç ortam minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerlerinin birbirine paralellik gösterdiği (Şekil 4.9) belirlenmiştir. Aralık ve ocak aylarında ise yöredeki seraların ısıtılması gerektiği söylenebilir.

CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarından elde edilen sera iç ve dış ortam bağıl nem ölçüm değerlerinin örtünün kullanım süresi boyunca (kasım 2011-kasım 2013) aylık değişimi Çizelge 4.11 ve Şekil 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.11. Araştırma seralarında sera iç ve dış ortam bağıl nem değerleri

| Yıl | Ay | Sera iç ortam nem (%) | | | | | | Dış Ortam (%) | | |
|------|---------|-----------------------|------|------|--------------|------|------|---------------|------|------|
| | | UV+IR+EVA | | | UV+IR+EVA+AF | | | Min | Max | Ort |
| | | Min | Max | Ort | Min | Max | Ort | | | |
| 2011 | Kasım | 29.6 | 98.9 | 76.2 | 25.1 | 99.2 | 74.2 | 15.7 | 88.8 | 57.4 |
| | Aralık | 30.3 | 97.9 | 75.2 | 26.7 | 99.0 | 74.3 | 30.2 | 96.1 | 50.8 |
| 2012 | Ocak | 19.1 | 98.0 | 6.0 | 17.8 | 99.1 | 74.5 | 17.3 | 99.8 | 51.0 |
| | Şubat | 28.0 | 95.9 | 77.6 | 27.4 | 98.5 | 78.2 | 30.2 | 90.1 | 62.6 |
| | Mart | 13.5 | 93.1 | 55.4 | 12.6 | 97.1 | 54.9 | 16.3 | 79.0 | 44.1 |
| | Nisan | 26.6 | 97.4 | 67.2 | 24.0 | 99.2 | 66.5 | 27.3 | 91.1 | 66.1 |
| | Mayıs | 25.9 | 99.7 | 69.0 | 25.3 | 99.9 | 68.2 | 25.5 | 94.5 | 67.9 |
| | Haziran | 22.8 | 99.8 | 64.7 | 24.7 | 99.9 | 64.3 | 23.1 | 96.2 | 61.7 |
| | Temmuz | 10.9 | 67.8 | 32.2 | 11.0 | 77.4 | 32.6 | 15.6 | 62.2 | 32.7 |
| | Ağustos | 5.7 | 68.3 | 27.4 | 6.3 | 72.5 | 29.1 | 7.6 | 69.1 | 30.8 |
| | Eylül | 8.7 | 73.1 | 30.5 | 8.5 | 72.6 | 30.1 | 14.1 | 69.8 | 35.5 |
| | Ekim | 14.4 | 94.4 | 56.6 | 13.8 | 93.3 | 56.9 | 25.3 | 91.7 | 66.4 |
| | Kasım | 32.4 | 97.2 | 71.9 | 33.6 | 99.8 | 73.7 | 31.1 | 91.3 | 66.9 |
| | Aralık | 28.0 | 99.9 | 77.0 | 30.1 | 99.8 | 75.4 | 24.3 | 99.4 | 63.6 |
| 2013 | Ocak | 17.6 | 94.6 | 61.4 | 24.1 | 97.8 | 62.4 | 19.5 | 78.5 | 42.0 |
| | Şubat | 10.0 | 99.9 | 61.6 | 31.7 | 99.9 | 76.5 | 32.3 | 96.5 | 72.5 |
| | Mart | 6.6 | 97.6 | 45.0 | 15.5 | 99.9 | 56.9 | 20.4 | 93.7 | 47.9 |
| | Nisan | 24.2 | 98.5 | 63.7 | 24.9 | 99.9 | 65.7 | 21.0 | 77.6 | 48.5 |
| | Mayıs | 9.1 | 99.9 | 62.4 | 14.5 | 99.9 | 59.1 | 15.8 | 95.8 | 58.1 |
| | Haziran | 23.9 | 87.0 | 49.3 | 18.6 | 86.5 | 42.2 | 17.0 | 62.7 | 35.7 |
| | Temmuz | 13.9 | 86.6 | 44.0 | 11.0 | 92.1 | 42.2 | 18.3 | 87.4 | 51.3 |
| | Ağustos | 12.9 | 83.9 | 39.1 | 7.8 | 76.4 | 26.0 | 12.9 | 73.1 | 30.9 |
| | Eylül | 10.6 | 82.3 | 34.0 | 11.5 | 78.5 | 33.1 | 16.1 | 80.4 | 39.1 |
| | Ekim | 10.0 | 68.1 | 32.4 | 9.4 | 74.2 | 34.8 | 14.1 | 65.1 | 35.6 |

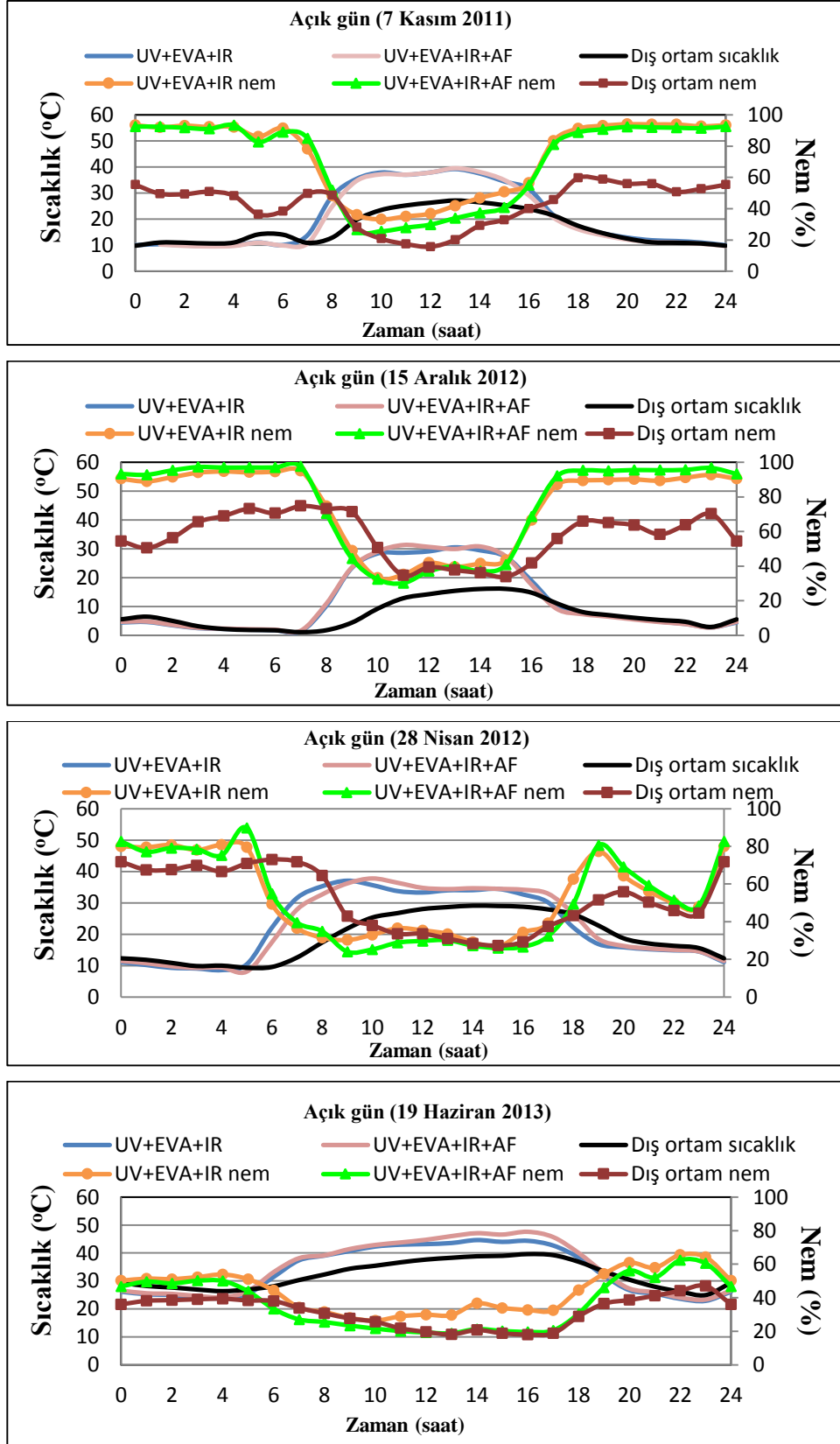
Çizelge 4.11 ve Şekil 4.10'da görüldüğü gibi araştırma seralarında sera iç ortam ortalama bağıl nem değerlerinin CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE örtü ile kaplı seralarda aylar itibariyle % 27.4 ile % 77.6 arasında değiştiği, CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda ise % 26.0 ile % 78.2 arasında değiştiği görülmektedir. Bununla birlikte, CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında en düşük bağıl nemin 2012 yılı Ağustos ayında sırasıyla % 5.7 ve % 6.3 olarak gerçekleştiği saptanmıştır. En fazla bağıl nem değerleri CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE örtü ile kaplı seralarda 2012 yılı aralık, 2013 yılı şubat ve mayıs aylarında CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda ise 2012 yılı mayıs ve haziran ayı ile 2013 yılı şubat, mart, nisan ve mayıs aylarında % 99.9 olarak gerçekleştiği belirlenmiştir.



Şekil 4.10. Araştırma seralarında 2011-2013 yılları arasında aylar itibariyle sera iç ortam minimum, maksimum ve ortalama bağıl nem değerleri

Öztürk (2008a), normal bitki gelişmesi için en uygun bağıl nem değerinin genellikle % 50-80 arasında olması gerektiğini, kontrollü ortamlarda bitkisel üretim için en düşük bağıl nem değerinin ise % 60 olması gerektiğini belirtmiştir. Buradan, farklı sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında yapılan yetiştiricilik dikkate alındığında 2012 yılı mart (% 55.4) ve ekim (% 56.6) ayı ile 2013 yılı mart (% 45.0) ve haziran (% 49.3) ayları dışındaki aylar itibariyle sera iç ortam ortalama bağıl nem değerlerinin araştırmacının önerdiği sınırlar içerisinde olduğu (% 60'ın üzerinde), bununla birlikte sera iç ortam minimum, maksimum ve ortalama bağıl nem değerlerinin birbirine paralellik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.10).

Farklı sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz gününde sera iç ortam sıcaklık ve nem değerlerinin günün saatine bağlı değişimleri güneşli gökyüzü koşulları için Şekil 4.11'de sırasıyla sunulmuştur. Şekil 4.11'de görüldüğü gibi günün saatleri sera iç ortam sıcaklık ve nem değerlerini etkilemektedir. Açık gökyüzü koşullarında iç ortam sıcaklık eğrisinin sabah saatlerinden öğle saatlerine doğru artış gösterdiği, en fazla sıcaklık değerlerinin günün öğle saatlerinde (12:00) gerçekleştiği, öğle saatlerinden akşam saatlerine doğru ise eğrinin azalan yönde değiştiği görülmektedir. Şekil 4.11'de görüldüğü gibi sera iç ortam nem eğrisinin ise sıcaklıkla ters orantılı olduğu, sabah erken saatlerde ve akşam saatlerinde sera iç ortam nem değerlerinin yüksek olduğu, öğle saatlerinde ise düşük değerler gösterdiği görülmektedir.

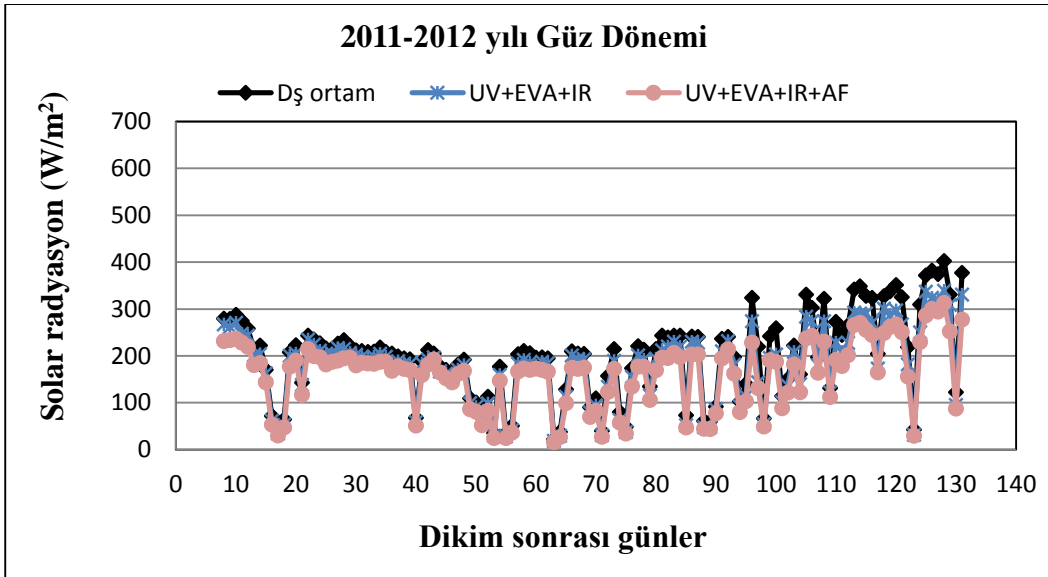


Şekil 4.11. Sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz gününde günlük saatlik ortalama sıcaklık ve nem değerlerinin zamana bağlı değişimi

4.4. Farklı Sera Örtü Malzemelerinin Işınım Geçirgenliğinin Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi

4.4.1. 2011-2012 yılı güz dönemi bitki gelişimi

2011-2012 yılı güz dönemi domates fideleri serada yetiştirme ortamına 29 Ekim 2011 tarihinde şaşırtılmış olup son hasat tarihi 8 Mart 2012'dir. Farklı sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında 2011-2012 yılı güz dönemi yetiştirme periyodu süresince domates bitkilerinin almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım değerleri Şekil 4.12'de verilmiştir. Şekil 4.12'de görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınımın 18.3 ile 338.9 W m⁻² arasında değiştiği, ortalama 179.2 W m⁻² olduğu, CO-EX UV+IR+EVA +AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında ise anılan değerlerin 15.2 ile 312.7 W m⁻² arasında değiştiği ve ortalama 161.2 W m⁻² olduğu belirlenmiştir. Dış ortam günlük ortalama toplam ışınımın ise 21.4 ile 402.5 W m⁻² arasında değiştiği, ortalama 200.2 W m⁻² olduğu saptanmıştır. Buradan, CO-EX UV+IR+EVA ve CO-EX UV+IR+EVA +AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarının dış ortama ulaşan güneş ışınımından sırasıyla % 10.5 ve % 19.5 oranında daha az faydalandıkları belirlenmiştir.



Şekil 4.12. Araştırma seralarında domates bitkilerinin yetiştirme periyodu boyunca almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım

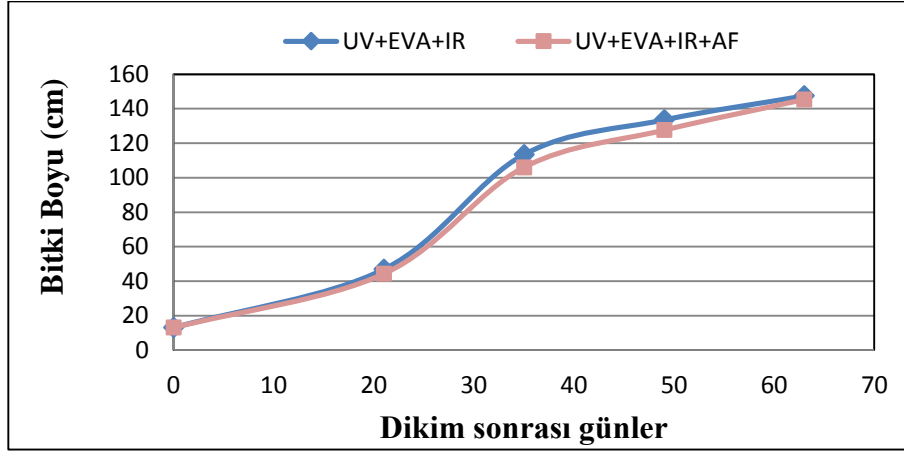
CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarının günlük ortalama toplam ışınım değerlerine bağlı olarak elde edilen bazı bitki büyüme (bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı), verim ve meyve kalite parametreleri (ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), meyve suyunda EC ve pH) aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

Bitki boyu: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde bitki boy gelişimine etkisi Çizelge 4.12'de ve Şekil 4.13'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi

| Dikim sonrası günler | Boy (cm) | |
|----------------------|-----------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 13.0 | 13.0 |
| 21 | 46.8 | 44.3 |
| 35 | 113.4 | 106.0 |
| 49 | 133.5 | 127.6 |
| 63 | 147.4 | 145.3 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.13. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi

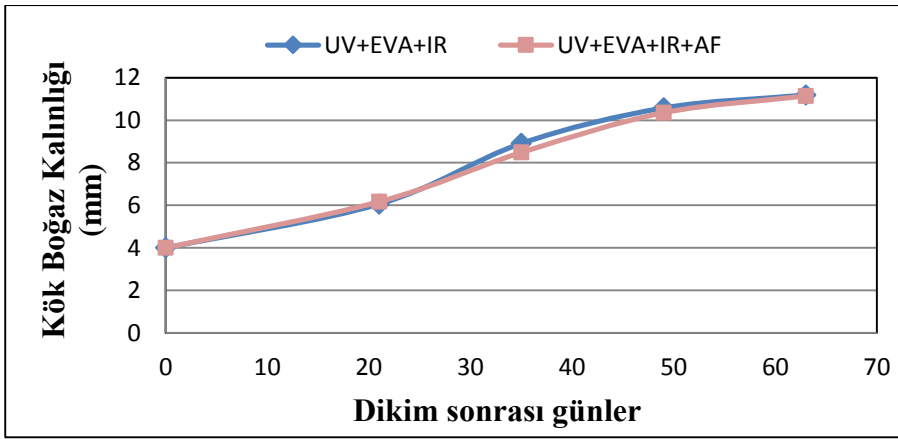
Domates bitkisinin boyları, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 13.0 cm olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla bitki boy ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 4.12'de görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde bitki boyu CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 147.4 ve 145.3 cm elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen bitki boy değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Kök Boğaz Kalınlığı: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde kök boğaz kalınlığına etkisi Çizelge 4.13'de ve Şekil 4.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı

| Dikim sonrası günler | Kök Boğaz Kalınlığı (mm) | |
|----------------------|--------------------------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 4.0 | 4.0 |
| 21 | 6.1 | 6.2 |
| 35 | 8.9 | 8.5 |
| 49 | 10.6 | 10.4 |
| 63 | 11.2 | 11.1 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.14. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı

Domates bitkisinin kök boğaz kalınlıkları, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 4.0 mm olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla kök boğaz kalınlıkları ölçülmüştür. Çizelge 4.13'de görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde kök boğaz kalınlıkları CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 11.2 ve 11.1 mm elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen kök boğaz kalınlığı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P<0.05$).

Yaprak sayısı: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde yaprak sayısına etkisi Çizelge 4.14'de ve Şekil 4.15'de gösterilmiştir.

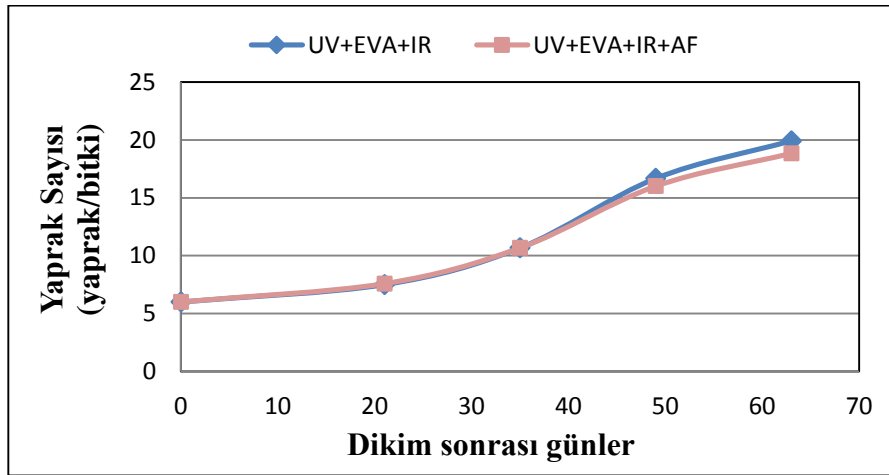
Domates bitkisinin yaprak sayısı, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 4 yaprak olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla yaprak sayısı ölçülmüştür. Çizelge 4.14'de görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde yaprak sayısı CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 20.0 ve 19.0 yaprak/bitki elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı

seralardan elde edilen yaprak sayısı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P<0.05$).

Çizelge 4.14. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı

| Dikim sonrası günler | Yaprak sayısı (yaprak/bitki) | |
|----------------------|------------------------------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 6.0 | 6.0 |
| 21 | 8.0 | 8.0 |
| 35 | 11.0 | 11.0 |
| 49 | 17.0 | 16.0 |
| 63 | 20.0 | 19.0 |
| $P<0.05$ | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.15. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı

Verim: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde toplam verim ile kalite sınıflarına göre verim üzerine etkisi $t\ ha^{-1}$ olarak belirlenmiş ve Çizelge 4.15'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı örtü malzemeleri altında toplam verim

| Örtü Tipi | Toplam verim ($t\ ha^{-1}$) | I. Kalite verim ($t\ ha^{-1}$) | II. Kalite verim ($t\ ha^{-1}$) | Iskarta verim ($t\ ha^{-1}$) |
|--------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 110.8 | 98.1 | 12.2 | 0.5 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 104.8 | 85.8 | 16.8 | 2.2 |
| $P<0.05$ | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.15'de görüldüğü gibi farklı sera örtü malzemelerinin verim üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P<0.05$).

Ortalama meyve ağırlığı: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı örtü malzemeleri altında ortalama meyve ağırlığı

| Örtü Tipi | Ort. Meyve ağırlığı (g) |
|--------------------|-------------------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 163.3 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 154.5 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.16'da görüldüğü gibi ortalama meyve ağırlığı bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Meyve çapı: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde meyve çapı üzerine etkisi Çizelge 4.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı örtü malzemeleri altında meyve çapı

| Örtü Tipi | Meyve çapı (mm) |
|--------------------|-----------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 62.0 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 59.2 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.17'de görüldüğü gibi meyve çapı bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM): Meyve suyunda çözünebilir kuru madde içeriği el refraktometresi ile ölçülmüştür. Denemenin birinci yılı (2011-2012) Güz döneminde SÇKM miktarı ile ilgili analizler birinci ve ikinci hasatlardan elde edilen meyve suyunda yapılmıştır. Anılan değerlerin ortalaması Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı örtü malzemeleri altında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)

| Örtü Tipi | SÇKM (%) |
|--------------------|----------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 4.1 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 4.0 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.18'de görüldüğü gibi SÇKM bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P<0.05$).

Meyve suyunda EC ve pH: Meyve suyunda EC ve pH değerleri EC-pH metre ile ölçülmüştür. Denemenin birinci yılı (2011-2012) Güz döneminde meyve kalite parametrelerinden EC ve pH değerleri ile ilgili analizler birinci ve ikinci hasatlardan elde edilen meyve suyunda yapılmıştır. Anılan değerlerin ortalaması Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı örtü malzemeleri altında meyve suyunda EC ve pH

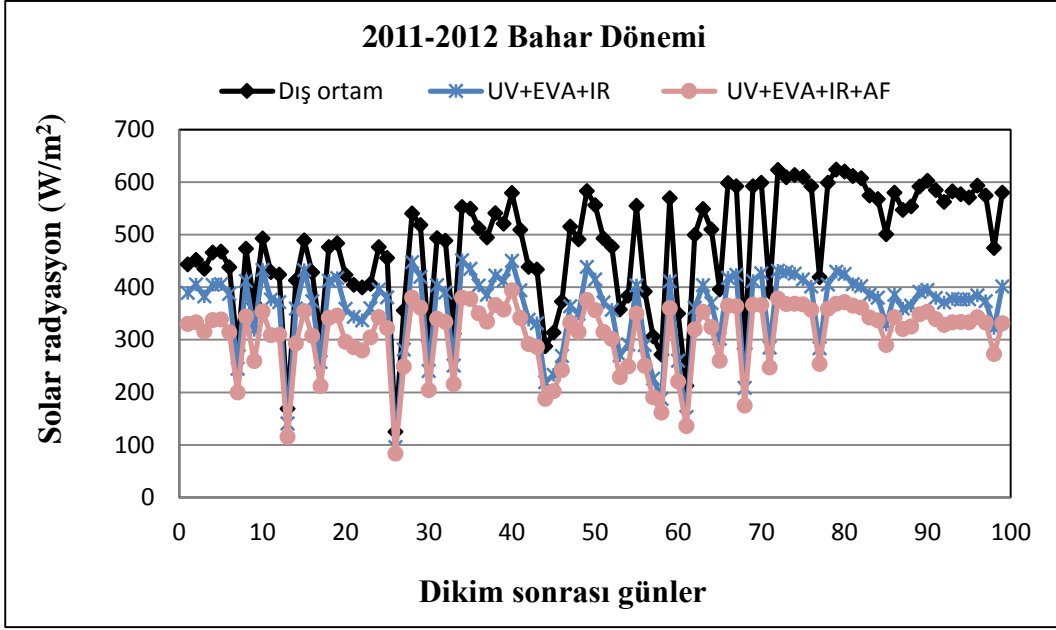
| Örtü Tipi | EC (dS/m) | pH |
|--------------------|-----------|------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 3.2 | 4.3 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 3.0 | 4.3 |
| P<0.05 | Ö.D. | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.19'da görüldüğü gibi meyve suyunda EC ve pH değeri bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P<0.05$).

4.4.2. 2011-2012 yılı bahar dönemi bitki gelişimi

2011-2012 yılı Bahar dönemi domates fideleri serada yetiştirme ortamına 20 Mart 2012 tarihinde şaşırtılmış olup son hasat tarihi 28 Haziran 2012'dir. Farklı sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında 2011-2012 yılı Bahar dönemi yetiştirme periyodu süresince domates bitkilerinin almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım değerleri Şekil 4.16'da verilmiştir. Şekil 4.16'da görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınımın 95.7 ile 451.1 $W m^{-2}$ arasında değiştiği, ortalama 359.3 $W m^{-2}$ olduğu, CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında ise anılan değerlerin 83.5 ile 394.2 $W m^{-2}$ arasında değiştiği ve ortalama 309.4 $W m^{-2}$ olduğu belirlenmiştir. Dış ortam günlük ortalama toplam ışınımın ise 124.9 ile 623.4 $W m^{-2}$ arasında değiştiği ortalama, 478.7 $W m^{-2}$ olduğu saptanmıştır. Buradan, CO-EX UV+IR+EVA ve CO-EX UV+IR+EVA +AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarının dış ortama ulaşan güneş ışınımından sırasıyla % 24.9 ve % 35.4 oranında daha az faydalandıkları belirlenmiştir.



Şekil 4.16. Araştırma seralarında domates bitkilerinin yetiştirme periyodu boyunca almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım

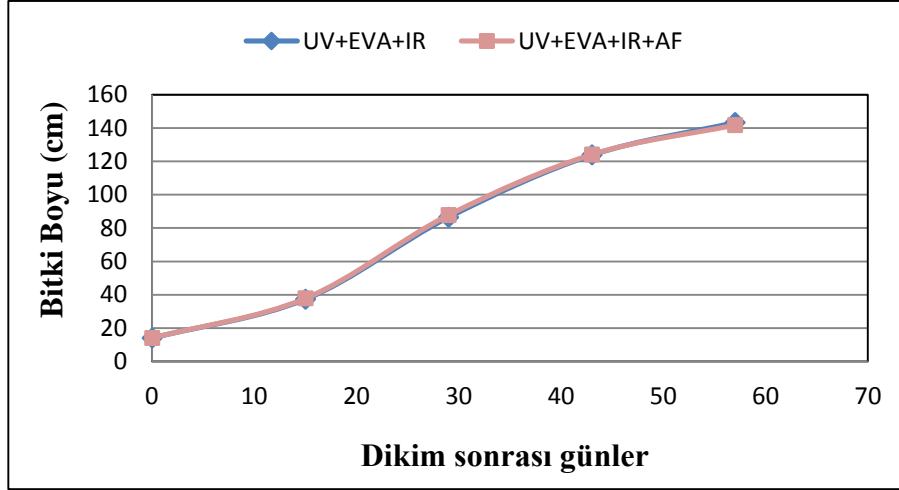
CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarının günlük ortalama toplam ışınım değerlerine bağlı olarak elde edilen bazı bitki büyüme (bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı), verim ve meyve kalite parametreleri (ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), meyve suyunda EC ve pH) aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

Bitki boyu: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde bitki boy gelişimine etkisi Çizelge 4.20'de ve Şekil 4.17'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi

| Dikim sonrası günler | Boy (cm) | |
|----------------------|-----------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 14.0 | 14.0 |
| 15 | 37.3 | 37.8 |
| 29 | 86.5 | 87.8 |
| 43 | 123.8 | 124.1 |
| 57 | 143.3 | 141.8 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.17. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi

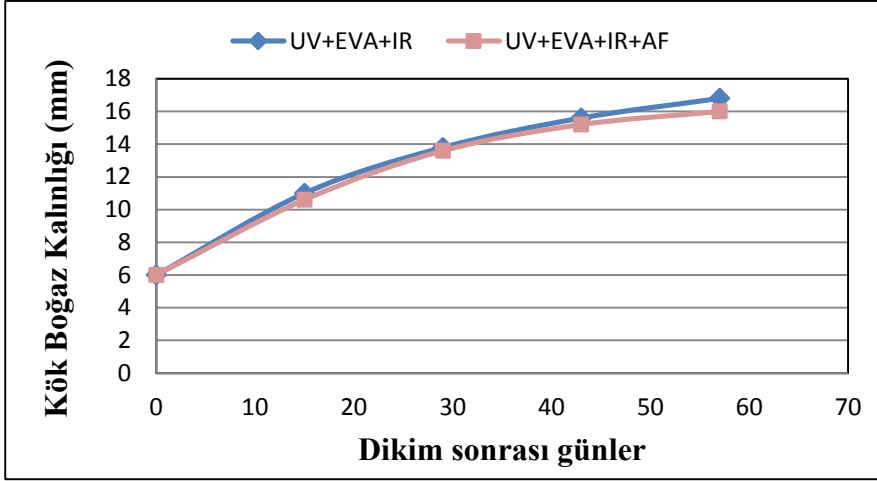
Domates bitkisinin boyları, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 14.0 cm olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla bitki boy ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 4.20'de görüldüğü gibi dikim sonrası 57. günde yapılan ölçümde bitki boyu CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 143.3 ve 141.8 cm elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen bitki boy değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Kök Boğaz Kalınlığı: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde kök boğaz kalınlığına etkisi Çizelge 4.21'de ve Şekil 4.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı

| Dikim sonrası günler | Kök Boğaz Kalınlığı (mm) | |
|----------------------|--------------------------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 6.0 | 6.0 |
| 15 | 11.0 | 10.6 |
| 29 | 13.8 | 13.6 |
| 43 | 15.6 | 15.2 |
| 57 | 16.8 | 16.0 |
| $P < 0.05$ | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.18. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı

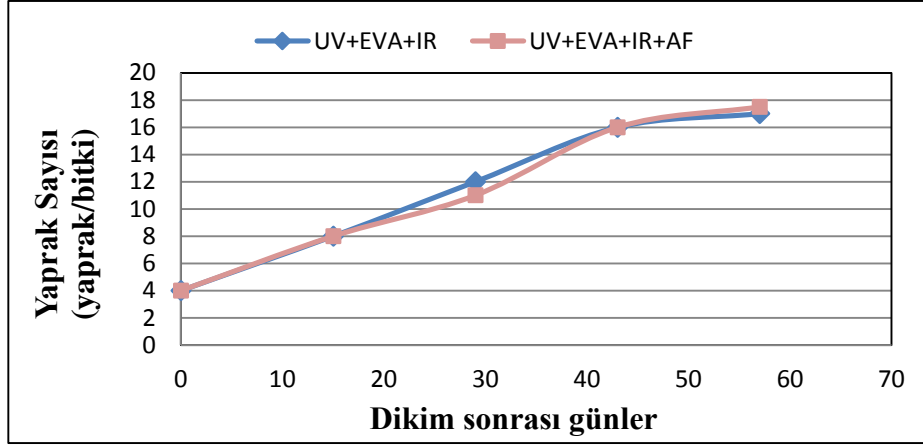
Domates bitkisinin kök boğaz kalınlıkları, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 6.0 mm olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla kök boğaz kalınlıkları ölçülmüştür. Çizelge 4.21'de görüldüğü gibi dikim sonrası 57. günde yapılan ölçümde kök boğaz kalınlıkları CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 16.8 ve 16.0 mm elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen kök boğaz kalınlığı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Yaprak sayısı: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde yaprak sayısına etkisi Çizelge 4.22'de ve Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı

| Dikim sonrası günler | Yaprak sayısı (yaprak/bitki) | |
|----------------------|------------------------------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 4.0 | 4.0 |
| 15 | 8.0 | 8.0 |
| 29 | 12.0 | 11.0 |
| 43 | 16.0 | 16.0 |
| 57 | 17.0 | 18.0 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.19. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı

Domates bitkisinin yaprak sayısı, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 4 yaprak olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla yaprak sayısı ölçülmüştür. Çizelge 4.22'de görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde yaprak sayısı CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 17.0 ve 18.0 yaprak/bitki elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen yaprak sayısı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Verim: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde toplam verim ile kalite sınıflarına göre verim üzerine etkisi $t \text{ ha}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve Çizelge 4.23'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı örtü malzemeleri altında toplam verim

| Örtü Tipi | Toplam verim ($t \text{ ha}^{-1}$) | I. Kalite verim ($t \text{ ha}^{-1}$) | II. Kalite verim ($t \text{ ha}^{-1}$) | Iskarta verim ($t \text{ ha}^{-1}$) |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 109.4 | 97.6 | 11.2 | 0.5 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 104.1 | 94.6 | 9.5 | 0.0 |
| $P < 0.05$ | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.23'de görüldüğü gibi farklı sera örtü malzemelerinin verim üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Ortalama meyve ağırlığı: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.24'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.24'de görüldüğü gibi ortalama meyve ağırlığı bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Çizelge 4.24. Farklı örtü malzemeleri altında ortalama meyve ağırlığı

| Örtü Tipi | Ort. Meyve ağırlığı (g) |
|--------------------|-------------------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 127.6 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 121.5 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Meyve çapı: Denemenin birinci yılı (2011-2012) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde meyve çapı üzerine etkisi Çizelge 4.25'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı örtü malzemeleri altında meyve çapı

| Örtü Tipi | Meyve çapı (mm) |
|--------------------|-----------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 66.3 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 65.0 |
| P<0.05 | 0.004 |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.25'de görüldüğü gibi meyve çapı CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 66.3 ve 65.0 mm elde edilmiş ve farklı sera örtü malzemelerinin meyve çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.05).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM): Meyve suyunda çözünebilir kuru madde içeriği el refraktometresi ile ölçülmüştür. Denemenin birinci yılı (2011-2012) Bahar döneminde SÇKM miktarı ile ilgili analizler birinci ve ikinci hasatlardan elde edilen meyve suyunda yapılmıştır. Anılan değerlerin ortalaması Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Farklı örtü malzemeleri altında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)

| Örtü Tipi | SÇKM (%) |
|--------------------|----------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 4.4 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 4.3 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.26'da görüldüğü gibi SÇKM bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Meyve suyunda EC ve pH: Meyve suyunda EC ve pH değerleri EC-pH metre ile ölçülmüştür. Denemenin birinci yılı (2011-2012) Bahar döneminde meyve kalite parametrelerinden EC ve pH değerleri ile ilgili analizler birinci ve ikinci hasatlardan

elde edilen meyve suyunda yapılmıştır. Anılan değerlerin ortalaması Çizelge 4.27'de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı örtü malzemeleri altında meyve suyunda EC ve pH

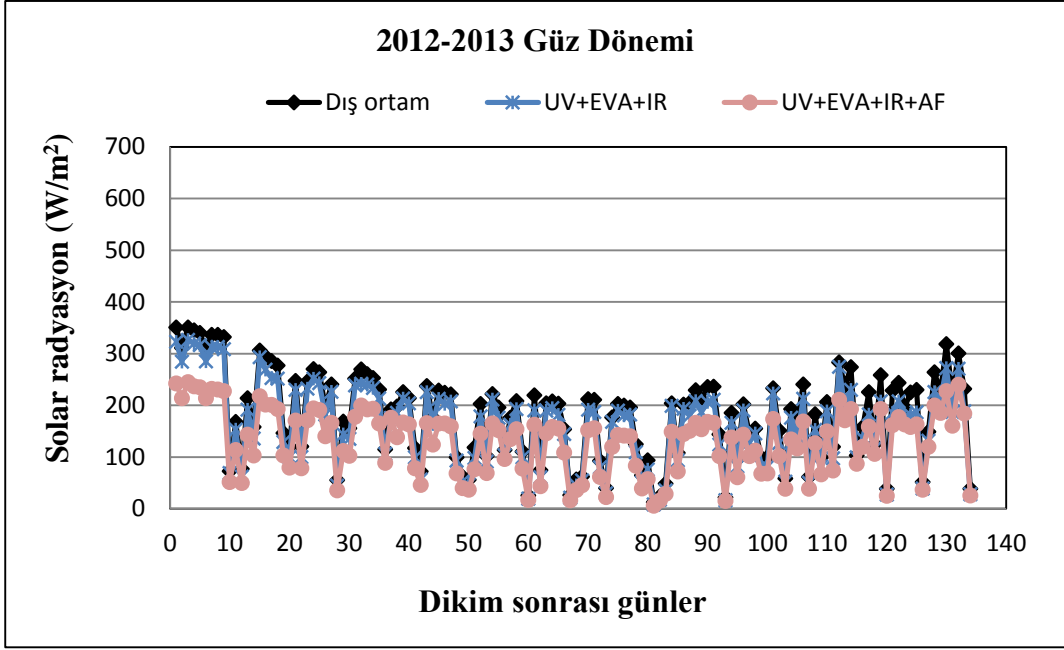
| Örtü Tipi | EC (dS/m) | pH |
|--------------------|-----------|-------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 4.3 | 4.4 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 4.5 | 4.5 |
| P<0.05 | Ö.D. | 0.031 |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.27'de görüldüğü gibi yapılan varyans analizinde farklı örtü malzemelerinin meyve suyunda EC miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı pH miktarı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (P<0.05).

4.4.3. 2012-2013 yılı güz dönemi bitki gelişimi

2012-2013 yılı güz dönemi domates fideleri serada yetiştirme ortamına 12 Ekim 2012 tarihinde şaşırtılmış olup son hasat tarihi 22 Şubat 2013'dür. Farklı sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında 2012-2013 yılı güz dönemi yetiştirme periyodu süresince domates bitkilerinin almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım değerleri Şekil 4.20'de verilmiştir. Şekil 4.20'de görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınımın 8.0 ile 326.6 W m⁻² arasında değiştiği, ortalama 162.4 W m⁻² olduğu, CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında ise anılan değerlerin 5.5 ile 244.8 W m⁻² arasında değiştiği ve ortalama 129.5 W m⁻² olduğu belirlenmiştir. Dış ortam günlük ortalama toplam ışınımın ise 12.5 ile 350.6 W m⁻² arasında değiştiği, ortalama 181.2 W m⁻² olduğu saptanmıştır. Buradan, CO-EX UV+IR+EVA ve CO-EX UV+IR+EVA +AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarının dış ortama ulaşan güneş ışınımından sırasıyla % 10.4 ve % 28.5 oranında daha az faydalandıkları belirlenmiştir.



Şekil 4.20. Araştırma seralarında domates bitkilerinin yetiştirme periyodu boyunca almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım

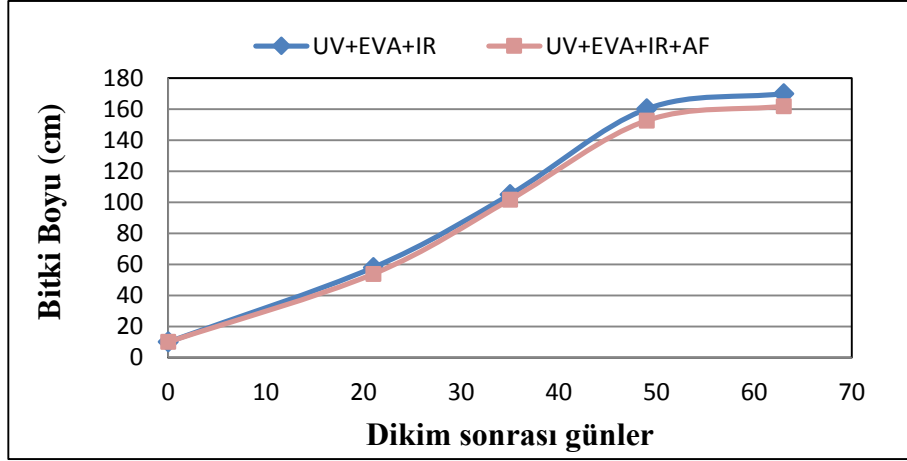
CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarının günlük ortalama toplam ışınım değerlerine bağlı olarak elde edilen bazı bitki büyüme (bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı), verim ve meyve kalite parametreleri (ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), meyve suyunda EC ve pH) aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

Bitki boyu: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde bitki boy gelişimine etkisi Çizelge 4.28'de ve Şekil 4.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi

| Dikim sonrası günler | Boy (cm) | |
|----------------------|-----------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 10.0 | 10.0 |
| 21 | 58.0 | 53.8 |
| 35 | 105.0 | 101.7 |
| 49 | 160.1 | 152.6 |
| 63 | 169.9 | 161.8 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.21. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi

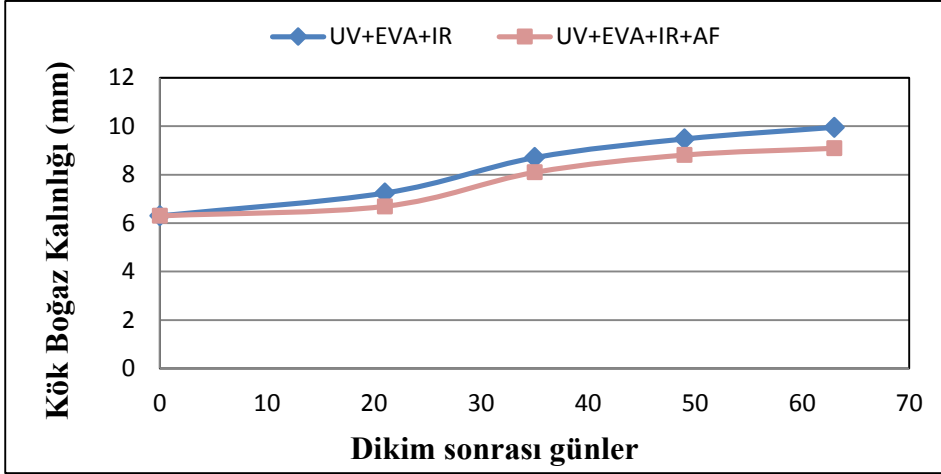
Domates bitkisinin boyları, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 10.0 cm olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla bitki boy ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 4.28'de görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde bitki boyu CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 169.9 ve 161.8 cm elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen bitki boy değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Kök Boğaz Kalınlığı: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde kök boğaz kalınlığına etkisi Çizelge 4.29'da ve Şekil 4.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı

| Dikim sonrası günler | Kök Boğaz Kalınlığı (mm) | |
|----------------------|--------------------------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 6.3 | 6.3 |
| 21 | 7.2 | 6.7 |
| 35 | 8.7 | 8.1 |
| 49 | 9.5 | 8.8 |
| 63 | 10.0 | 9.1 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.22. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı

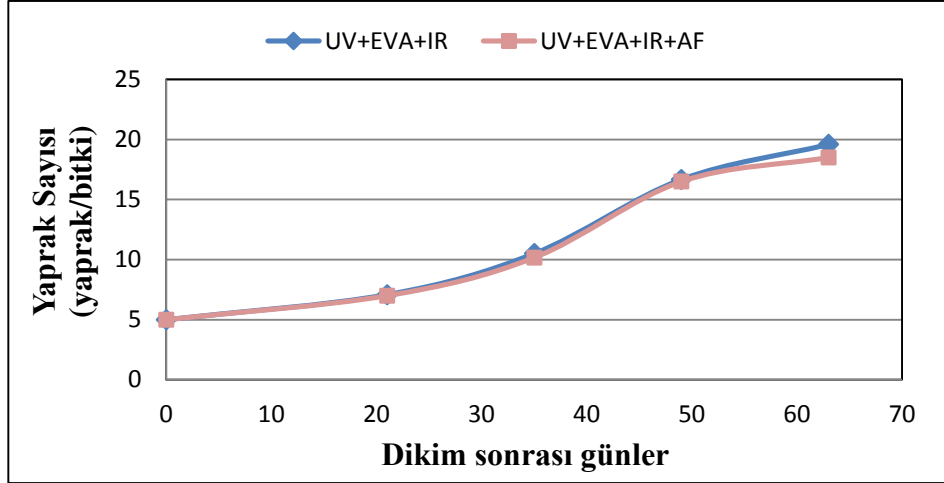
Domates bitkisinin kök boğaz kalınlıkları, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 6.3 mm olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla kök boğaz kalınlıkları ölçülmüştür. Çizelge 4.29'da görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde kök boğaz kalınlıkları CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 10.0 ve 9.1 mm elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen kök boğaz kalınlığı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Yaprak sayısı: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde yaprak sayısına etkisi Çizelge 4.30'da ve Şekil 4.23'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı

| Dikim sonrası günler | Yaprak sayısı (yaprak/bitki) | |
|----------------------|------------------------------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 5.0 | 5.0 |
| 21 | 7.0 | 7.0 |
| 35 | 11.0 | 10.0 |
| 49 | 17.0 | 17.0 |
| 63 | 20.0 | 19.0 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.23. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı

Domates bitkisinin yaprak sayısı, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 5 yaprak olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla yaprak sayısı ölçülmüştür. Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde yaprak sayısı CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 20.0 ve 19.0 yaprak/bitki elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen yaprak sayısı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Verim: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde toplam verim ile kalite sınıflarına göre verim üzerine etkisi $t \text{ ha}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve Çizelge 4.31'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı örtü malzemeleri altında toplam verim

| Örtü Tipi | Toplam verim ($t \text{ ha}^{-1}$) | I. Kalite verim ($t \text{ ha}^{-1}$) | II. Kalite verim ($t \text{ ha}^{-1}$) | Iskarta verim ($t \text{ ha}^{-1}$) |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 134.4 | 223.1 | 2.7 | 0.0 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 116.9 | 190.2 | 18.0 | 0.5 |
| P<0.05 | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.31'de görüldüğü gibi farklı sera örtü malzemelerinin verim üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Ortalama meyve ağırlığı: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.32'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.32. Farklı örtü malzemeleri altında ortalama meyve ağırlığı

| Örtü Tipi | Ort. Meyve ağırlığı (g) |
|--------------------|-------------------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 183.6 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 160.1 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.32'de görüldüğü gibi ortalama meyve ağırlığı bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Meyve çapı: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Güz döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde meyve çapı üzerine etkisi Çizelge 4.33'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı örtü malzemeleri altında meyve çapı

| Örtü Tipi | Meyve çapı (mm) |
|--------------------|-----------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 71.5 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 70.0 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.33'de görüldüğü gibi meyve çapı bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM): Meyve suyunda çözünebilir kuru madde içeriği el refraktometresi ile ölçülmüştür. Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Güz döneminde SÇKM miktarı ile ilgili analizler birinci ve ikinci hasatlardan elde edilen meyve suyunda yapılmıştır. Anılan değerlerin ortalaması Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı örtü malzemeleri altında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)

| Örtü Tipi | SÇKM (%) |
|--------------------|----------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 5.1 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 4.7 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.34'de görüldüğü gibi SÇKM bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Meyve suyunda EC ve pH: Meyve suyunda EC ve pH değerleri EC-pH metre ile ölçülmüştür. Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Güz döneminde meyve kalite parametrelerinden EC ve pH değerleri ile ilgili analizler birinci ve ikinci hasatlardan elde edilen meyve suyunda yapılmıştır. Anılan değerlerin ortalaması Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı örtü malzemeleri altında meyve suyunda EC ve pH

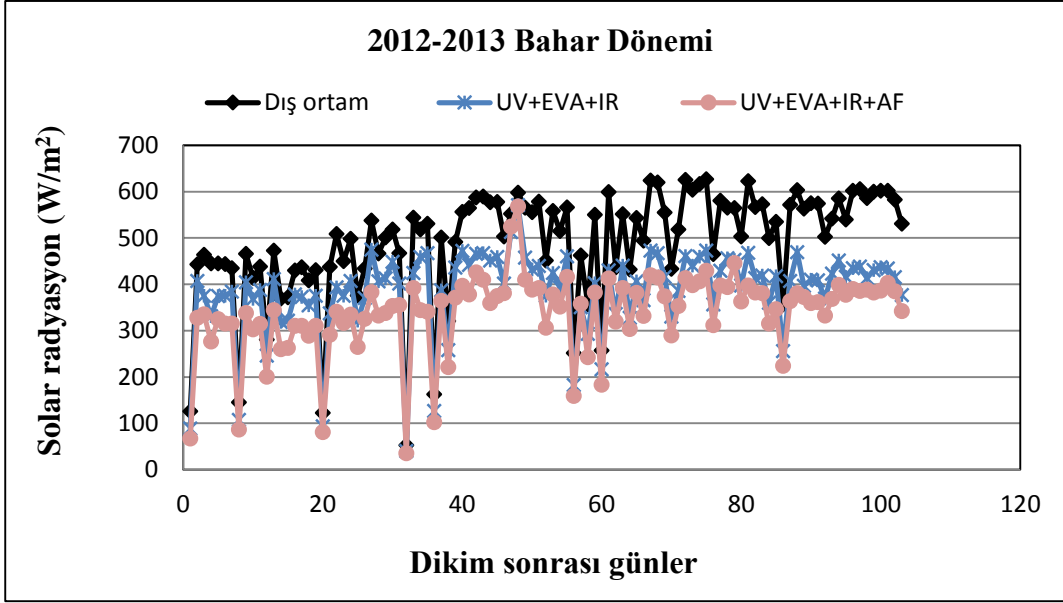
| Örtü Tipi | EC (dS/m) | pH |
|--------------------|-----------|------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 3.4 | 4.3 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 3.4 | 4.3 |
| P<0.05 | Ö.D. | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.35'de görüldüğü gibi meyve suyunda EC ve pH değerleri bakımından farklı sera örtü malzemeleri benzer değerler göstermiştir.

4.4.4. 2012-2013 yılı bahar dönemi bitki gelişimi

2012-2013 yılı bahar dönemi domates fideleri serada yetiştirme ortamına 15 Mart 2013 tarihinde şaşırtılmış olup son hasat tarihi 25 Haziran 2013'dür. Farklı sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında 2012-2013 yılı bahar dönemi yetiştirme periyodu süresince domates bitkilerinin almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım değerleri Şekil 4.24'de verilmiştir. Şekil 4.24'de görüldüğü gibi CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınımın 40.3 ile 570.5 W m⁻² arasında değiştirdiği, ortalama 386.9 W m⁻² olduğu, CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında ise anılan değerin 35.5 ile 568.0 W m⁻² arasında değiştirdiği ve ortalama 339.1 W m⁻² olduğu belirlenmiştir. Dış ortam günlük ortalama toplam ışınımın ise 52.2 ile 626.9 W m⁻² arasında değiştirdiği ortalama, 490.8 W m⁻² olduğu saptanmıştır. Buradan, CO-EX UV+IR+EVA ve CO-EX UV+IR+EVA +AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarının dış ortama ulaşan güneş ışınımından sırasıyla % 21.2 ve % 30.9 oranında daha az faydalandıkları belirlenmiştir.



Şekil 4.24. Araştırma seralarında domates bitkilerinin yetiştirme periyodu boyunca almış olduğu günlük ortalama toplam ışınım

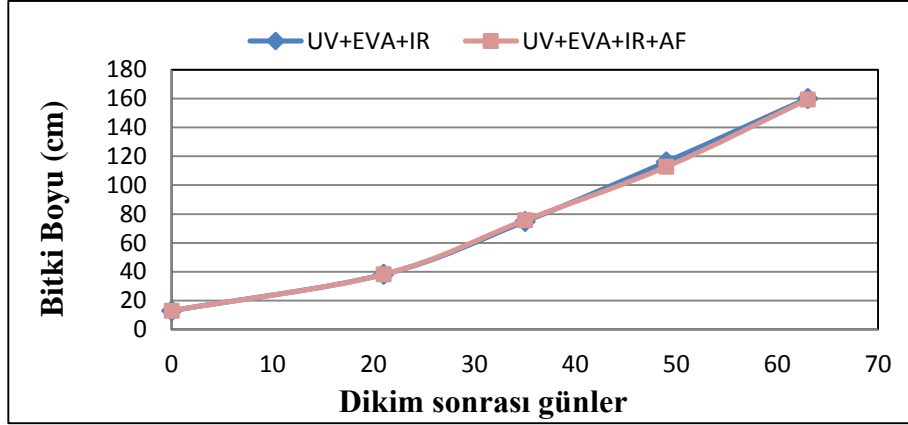
CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarının günlük ortalama toplam ışınım değerlerine bağlı olarak elde edilen bazı bitki büyüme (bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı), verim ve meyve kalite parametreleri (ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), meyve suyunda EC ve pH) aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

Bitki boyu: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde bitki boy gelişimine etkisi Çizelge 4.36'da ve Şekil 4.25'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi

| Dikim sonrası günler | Boy (cm) | |
|----------------------|-----------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 13.0 | 13.0 |
| 21 | 38.2 | 38.2 |
| 35 | 74.8 | 75.7 |
| 49 | 116.1 | 112.7 |
| 63 | 160.0 | 159.3 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.25. Farklı örtü malzemeleri altında bitki boy gelişimi

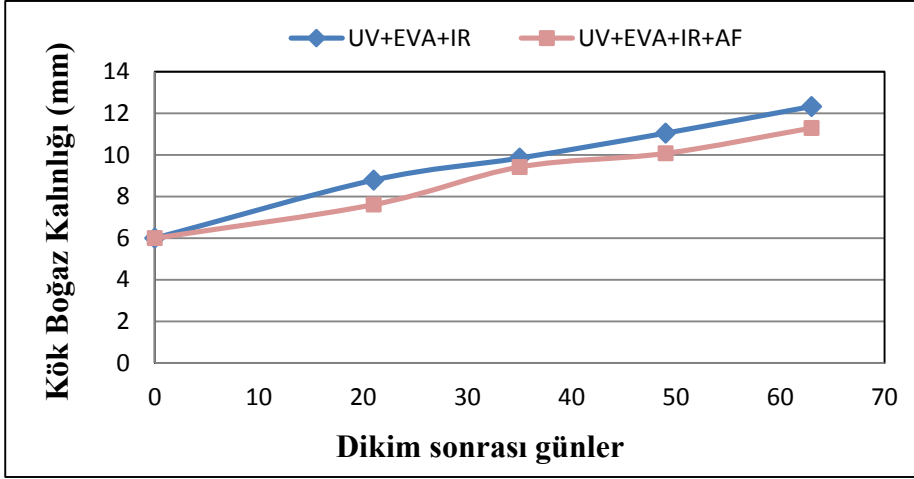
Domates bitkisinin boyları, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 13.0 cm olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla bitki boy ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 4.36'da görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde bitki boyu CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 160.0 ve 159.3 cm elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen bitki boy değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Kök Boğaz Kalınlığı: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde kök boğaz kalınlığına etkisi Çizelge 4.37'de ve Şekil 4.26'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı

| Dikim sonrası günler | Kök Boğaz Kalınlığı (mm) | |
|----------------------|--------------------------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 6.0 | 6.0 |
| 21 | 8.8 | 7.6 |
| 35 | 9.9 | 9.4 |
| 49 | 11.0 | 10.1 |
| 63 | 12.3 | 11.3 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.26. Farklı örtü malzemeleri altında kök boğaz kalınlığı

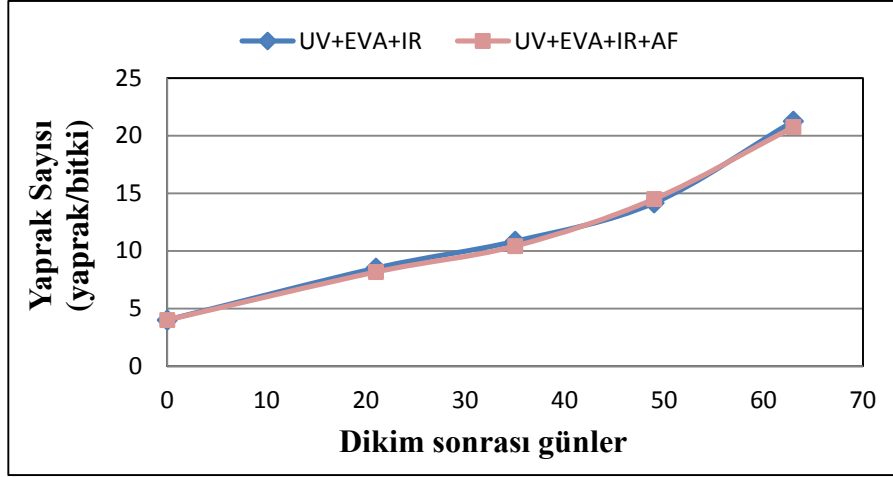
Domates bitkisinin kök boğaz kalınlıkları, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 6.0 mm olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla kök boğaz kalınlıkları ölçülmüştür. Çizelge 4.37'de görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde kök boğaz kalınlıkları CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 12.3 ve 11.3 mm elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen kök boğaz kalınlığı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Yaprak sayısı: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde yaprak sayısına etkisi Çizelge 4.38'de ve Şekil 4.27'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı

| Dikim sonrası günler | Yaprak sayısı (yaprak/bitki) | |
|----------------------|------------------------------|--------------|
| | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF |
| 0 | 4.0 | 4.0 |
| 21 | 9.0 | 8.0 |
| 35 | 11.0 | 10.0 |
| 49 | 14.0 | 15.0 |
| 63 | 21.0 | 21.0 |
| P<0.05 | Ö.D | Ö.D |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil



Şekil 4.27. Farklı örtü malzemeleri altında yaprak sayısı

Domates bitkisinin yaprak sayısı, serada yetiştirme ortamına şaşırtılmadan önce fide döneminde 4 yaprak olarak belirlenmiş daha sonra yaklaşık 14 gün aralıklarla yaprak sayısı ölçülmüştür. Çizelge 4.38'de görüldüğü gibi dikim sonrası 63. günde yapılan ölçümde yaprak sayısı CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda sırasıyla 21.0 ve 21.0 yaprak/bitki elde edilmiştir. Ölçüm yapılan günler için yapılan varyans analizi sonucunda farklı polietilen malzemeler ile kaplı seralardan elde edilen yaprak sayısı değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Verim: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde toplam verim ile kalite sınıflarına göre verim üzerine etkisi $t \text{ ha}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve Çizelge 4.39'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı örtü malzemeleri altında toplam verim

| Örtü Tipi | Toplam verim ($t \text{ ha}^{-1}$) | I. Kalite verim ($t \text{ ha}^{-1}$) | II. Kalite verim ($t \text{ ha}^{-1}$) | Iskarta verim ($t \text{ ha}^{-1}$) |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 101.2 | 148.3 | 21.5 | 0.0 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 95.8 | 137.2 | 23.5 | 0.0 |
| $P < 0.05$ | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.39'da görüldüğü gibi farklı sera örtü malzemelerinin verim üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P < 0.05$).

Ortalama meyve ağırlığı: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde ortalama meyve ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 4.40'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı örtü malzemeleri altında ortalama meyve ağırlığı

| Örtü Tipi | Ort. Meyve ağırlığı (g) |
|--------------------|-------------------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 109.0 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 103.1 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.40'da görüldüğü gibi ortalama meyve ağırlığı bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Meyve çapı: Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Bahar döneminde farklı örtü malzemelerinin domates bitkisinde meyve çapı üzerine etkisi Çizelge 4.41'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.41. Farklı örtü malzemeleri altında meyve çapı

| Örtü Tipi | Meyve çapı (mm) |
|--------------------|-----------------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 60.3 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 59.3 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.41'de görüldüğü gibi meyve çapı bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM): Meyve suyunda çözünebilir kuru madde içeriği el refraktometresi ile ölçülmüştür. Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Bahar döneminde SÇKM miktarı ile ilgili analizler birinci ve ikinci hasatlardan elde edilen meyve suyunda yapılmıştır. Anılan değerlerin ortalaması Çizelge 4.42'de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Farklı örtü malzemeleri altında suda çözünebilir kuru madde (SÇKM)

| Örtü Tipi | SÇKM (%) |
|--------------------|----------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 4.5 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 4.7 |
| P<0.05 | Ö.D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4.42'de görüldüğü gibi SÇKM bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

Meyve suyunda EC ve pH: Meyve suyunda EC ve pH değerleri EC-pH metre ile ölçülmüştür. Denemenin ikinci yılı (2012-2013) Bahar döneminde meyve kalite

parametrelerinden EC ve pH değerleri ile ilgili analizler birinci ve ikinci hasatlardan elde edilen meyve suyunda yapılmıştır. Anılan değerlerin ortalaması izelge 4.43'de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Farklı rt malzemeleri altında meyve suyunda EC ve pH

| rt Tipi | EC (dS/m) | pH |
|--------------------|-----------|------|
| CO-EX UV+IR+EVA | 4.4 | 4.4 |
| CO-EX UV+IR+EVA+AF | 4.5 | 4.3 |
| P<0.05 | .D. | .D. |

*Tabloda verilen değerler aynı örtülü 2 seranın (2 tekerrür) ortalamasıdır. *.D.: nemli değil

Çizelge 4.43'de görüldüğü gibi meyve suyunda EC ve pH değeri bakımından araştırma seralarından elde edilen veriler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05).

5. SONUÇ

Bu çalışmada, sera örtü malzemesi üretiminde bilgisayar kontrollü ve gelişmiş bir teknoloji olan CO-EX üretim yöntemi ile üretilen 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin kullanım ömrü boyunca bazı fiziksel (toplam ışınım ve PAR geçirgenliği) ve mekanik özelliklerinin (darbe dayanımı ve çekme dayanımı) zamana bağlı değişimi ile farklı sera örtü malzemelerinin ışınım geçirgenliğinin bitki gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır.

Sera örtü malzemelerinin bazı fiziksel özelliklerinin zamana bağlı değişimini belirlemek amacıyla çalışmada Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanındaki 4 adet araştırma serasına birer adet ayrıca dışarıya bir adet olmak üzere toplam 5 adet piranometre algılayıcısı kullanılmıştır. Piranometreler ve Quantum algılayıcıları araştırma seralarında toprak seviyesi ile yataylığı sağlanan 2.0 m yüksekliğindeki sehpa üzerine yerleştirilmiş veri kayıt cihazı ile bağlantıları sağlanmış ve her 10 dakikada bir veri alımı gerçekleştirilmiştir. Çalışmada aylar itibarıyla açık gökyüzü koşulları ve saat 06:00-18:00 zaman aralığı dikkate alınarak örtü malzemelerinin toplam ışınım ve PAR geçirgenlikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte örtü malzemesinin iç yüzeyinde meydana gelen nem yoğunlaşmasının toplam ışınım geçirgenliği üzerindeki etkisini saptamak amacıyla nemli ve kuru koşullardaki ışınım geçirgenlik değerleri karşılaştırılmıştır.

Araştırmada, CO-EX teknolojisi ile üretilen sera örtü malzemelerinin çekme dayanımı ve darbe dayanımı gibi bazı mekanik özelliklerinin zamana bağlı değişimini belirlemek amacıyla bir konstrüksiyon tipi geliştirilmiştir. Anılan konstrüksiyon tipinin üzerine sökölüp takılabilir tipte 50×50 cm boyutlarında 16 adet çerçeve yerleştirilmiştir. Bu çerçeveler her üç ayda bir örtünün kullanım süresi boyunca İMECE Plastik A. Ş.'nin test laboratuvarına götürülmüş ve TSE standartlarına uygun olarak gerekli testler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında sera iç-dış ortam sıcaklık ve bağıl nem değerleri örtünün kullanım süresi boyunca aylık olarak ölçülmüştür. Bu amaç için sıcaklık ve nem ölçüm cihazları araştırma seralarında toprak seviyesi ile yataylığı sağlanan 1.5 m yüksekliğindeki sehpa üzerine yerleştirilmiştir. Ölçümler toplam ışınım ve PAR ölçümleri için seçilen açık gökyüzü koşullarına göre 24 saatlik değerlendirilmiştir.

Araştırmada farklı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliklerinin bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla 2011-2012 ve 2012-2013 yılı Güz ve Bahar dönemi olmak üzere 2 yıl serada domates yetiştiriciliği yapılmıştır. Araştırmada, sera toprağı yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Bitki gelişimi için gerekli su ve gübrenin yeter miktarda ve kontrollü bir şekilde yetiştirme ortamına verilebilmesini sağlamak amacıyla araştırma alanı topraklarının bazı temel fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Sulamalar yetiştirme periyodu boyunca tarla kapasitesi (%19) civarında tutulmuştur. Gübreleme programı ise toprak analizlerine dayanarak uygulanmıştır. Çalışmada bitki materyali olarak Antalya Tarım A. Ş. tarafından sağlanan Tayfun F1 domates çeşidi olarak adlandırılan fideler kullanılmıştır. Farklı sera

örtü malzemelerinin ışınım değerleri uygulanan sulama ve gübreleme miktarlarına bağlı olarak domates bitkisinin tepkisini belirlemek amacıyla her bir araştırma serasında seçilen 6 gözlem bitkisi 15 gün aralıklarla izlenmiştir. Gözlem bitkilerinde bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı gibi vejetatif gelişim parametreleri, verim ve ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve suyunda EC ve pH ile SÇKM gibi bazı meyve kalite parametreleri belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki biçimde özetlenebilir.

1. Farklı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliklerinin aylar itibariyle güneş ışınlarının geliş açısının değişimine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Deneme süresince CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE filmin toplam ışınım geçirgenliğinin 2011 Kasım ve 2013 Kasım ayları arasında 186.0 ile 456.9 W m⁻², CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE filmin ise 152.2 ile 411.8 W m⁻² arasında değiştiği belirlenmiştir. Dış ortam toplam ışınımın ise anılan yıllar içerisinde 207.1 ile 617.7 W m⁻² arasında değiştiği belirlenmiştir.

2. CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin başlangıç (Kasım 2011 (1. Ay)) toplam ışınım geçirgenlik değerlerinin sırasıyla % 92.7 ve % 83.6 olduğu saptanmıştır. Araştırma kapsamında incelenen farklı sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin zamana bağlı olarak örtünün dış yüzeyindeki toz ve kirlilik birikimine bağlı olarak 9 aylık bir periyodun sonunda (2012 yılı Temmuz ayı) UV+IR+EVA katkılı PE'de % 26.9 UV+IR+EVA+AF katkılı PE'de ise % 32.2 azaldığı belirlenmiştir. Ancak, anılan malzemelerin toplam ışınım geçirgenliği 2012 yılı Temmuz (31 Temmuz) ayında gerçekleşen ancak kaydedilebilir düzeyde olmayan yağış ile örtü malzemesi üzerinde biriken toz ve kirliliğin yıkanmasına bağlı olarak geçirgenlik değerlerinin 2012 yılı Ağustos ayından itibaren tekrar artmaya başladığı ve bu artışın Aralık ayına kadar devam ettiği belirlenmiştir. Yağışlarla sağlanan iyileşme ile birinci yılın sonunda [2012 yılı Kasım ayı (13.ay)] CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemesinin toplam ışınım geçirgenliğinin başlangıç ışınım değerine ulaştığı (geçirgenlik kaybı % 1) CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemesinin ise 13. ayda toplam ışınım geçirgenlik kaybının % 12 olduğu belirlenmiştir. Farklı sera örtü malzemelerinin geçirgenlik değerlerinin başlangıç ışınım değerlerine yaklaştıktan sonra çevre koşulları ve yaşlanmaya bağlı olarak tekrar azaldığı kullanım ömrünü tamamladığında (24.ay) ise bu azalmanın CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemesinde % 7.3, CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemesinde ise % 13.2 oranında gerçekleştiği saptanmıştır.

3. Farklı sera örtü malzemelerinin PAR geçirgenliklerinin aylar itibariyle güneş ışınlarının geliş açısının değişimine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE filmin PAR geçirgenliğinin 2011 Kasım ve 2013 Kasım ayları arasında 83.1 ile 359.9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE filmin ise 88.3 ile 378.0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Dış ortam PAR ışınımı ise anılan yıllar içerisinde aylar itibariyle 116.9 ile 619.0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında değiştiği belirlenmiştir.

4. CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE ve CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin başlangıç [Kasım 2011 (1. Ay)] fotosentetik aktif radyasyon (PAR) geçirgenlik değerlerinin sırasıyla % 80.1 ve % 83.0 olduğu saptanmıştır. Anılan sera örtü malzemelerinin PAR geçirgenliğinin zamana bağlı olarak örtünün dış yüzeyindeki toz ve kirlilik birikimine bağlı olarak 9 aylık bir periyodun sonunda (2012 yılı Temmuz ayı) UV+IR+EVA katkılı PE'de % 41.7 UV+IR+EVA+AF katkılı PE'de ise % 38.2 oranında azaldığı belirlenmiştir. Ancak, malzemelerin PAR geçirgenliğinin 2012 yılı Temmuz (31 Temmuz) ayında gerçekleşen yağış ile örtü malzemesi üzerinde biriken toz ve kirliliğin yıkanmasına bağlı olarak geçirgenlik değerlerinin 2012 yılı Ağustos ayından itibaren tekrar artmaya başladığı ve bu artışın Aralık ayına kadar devam ettiği belirlenmiştir. Yağışlarla sağlanan iyileşme ile birinci yılın sonunda (2012 yılı Kasım ayı (13.ay)) CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemesinde geçirgenlik kaybının % 11.2 CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemesinde ise anılan kaybın % 14.0 olduğu belirlenmiştir. Farklı sera örtü malzemelerinin PAR geçirgenlik değerlerinin başlangıç ışınım değerlerine yaklaştıktan sonra çevre koşulları ve yaşlanmaya bağlı olarak tekrar azaldığı kullanım ömrünü tamamladığında (24.ay) ise bu azalmanın CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemesinde % 11.2, CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemesinde ise % 14.0 oranında gerçekleştiği saptanmıştır.

5. Farklı sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz gününde toplam ışınım ve PAR geçirgenliğinin günün saatine bağlı değişimleri incelendiğinde açık gökyüzü koşullarında eğrinin sabah saatlerinden öğle saatlerine doğru artış gösterdiği, en fazla ışınımın günün öğle saatlerinde (12:00) gerçekleştiği öğle saatlerinden akşam saatlerine doğru ise eğrinin azalan yönde değiştiği belirlenmiştir. Anılan eğrinin bulutlu gökyüzü koşullarında ise sinüs eğrisi şeklinde dalgalı bir değişim gösterdiği belirlenmiştir.

6. Farklı sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında nem yoğunlaşma durumları incelendiğinde anılan seralarda 2011 yılı Aralık ve 2012 yılı Ocak, Şubat, Kasım ve Aralık aylarında örtü yüzey sıcaklığının sera iç ortam çiğlenme sıcaklığından düşük olmasına bağlı olarak nem yoğunlaşmasının meydana geldiği belirlenmiştir. Nem yoğunlaşmasının gerçekleştiği 2011 yılı Aralık ve 2012 yılı Ocak, Kasım ve Aralık ayları güneş ışınlarının eğik açıyla geldiği kış ayları olduğu için nem yoğunlaşmasının gerçekleştiği saatlerde yeryüzüne ulaşan ışınım düşük düzeydedir. Bu nedenle anılan saat (07:00) için malzemelerin geçirgenlik değerleri belirlenememiştir. Ancak yoğunlaşmanın gerçekleştiği 2012 yılı Şubat ayı için UV+IR+EVA+AF kaplı araştırma seralarının nemli koşullarda geçirgenliklerinin UV+IR+EVA malzemelere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

7. CO-EX teknolojisi ile üretilen 24 aylık UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE (PE) sera örtü malzemelerinin serbest düşen kütle metodu ile belirlenen darbe dayanımlarının zamana bağlı değişimi incelendiğinde başlangıç darbe dayanımlarının sırasıyla 1161.4 g ve 1164.1 g olduğu belirlenmiştir. Anılan değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda sırasıyla 632.5 g ve 713.0 g olduğu saptanmıştır. İncelenen örtü malzemelerinin kullanım ömrü sonunda başlangıç darbe dayanım mukavemetlerinin sırasıyla % 45.5 ve % 38.8 oranında azaldığı belirlenmiştir. Buradan 24 aylık UV+IR+EVA katkılı PE sera örtü malzemelerinin başlangıç darbe dayanım değerlerini

kullanım ömrünün bitimi ile yaklaşık olarak % 91 oranında tamamladığı sonucuna ulaşılabilir.

8. Çalışmada 24 ay kullanım ömürlü UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerin çekme dayanımlarının zamanla değişimi örtünün makine işleniş yönü (MD) ve işleniş yönünün tersi (TD) yönünde incelenmiştir. Makine işleniş yönünde UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerin başlangıç çekme mukavemet değerlerinin sırasıyla 21.2 N mm^{-2} ve 18.9 N mm^{-2} olduğu belirlenmiştir. Anılan değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda 20.5 N mm^{-2} ve 17.3 N mm^{-2} olduğu ve başlangıç çekme mukavemet değerlerinin sırasıyla % 3.3 ve % 8.5 oranında azaldığı belirlenmiştir.

9. Çalışmada incelenen 24 aylık UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerin çekme dayanımlarının zamanla değişimi makine işleniş yönünün tersi yönünde incelendiğinde UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemelerin başlangıç çekme mukavemet değerlerinin sırasıyla 17.6 N mm^{-2} ve 20.7 N mm^{-2} olduğu belirlenmiştir. Anılan değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda 16.9 N mm^{-2} ve 16.7 N mm^{-2} olduğu ve başlangıç çekme mukavemet değerlerinin sırasıyla % 4.0 ve % 19.3 oranında azaldığı belirlenmiştir.

10. Sera örtü malzemesi olarak kullanılan LDPE malzemenin mekanik davranışı zamana ve yaşlanmaya bağlı olarak elastik bir yapıdan gevrek bir yapıya yavaş yavaş geçtiği dikkate alındığında araştırma kapsamında incelenen farklı sera örtü malzemelerinin başlangıç çekme mukavemet değerlerinin 24 aylık bir doğal yaşlanmanın sonunda % 50 oranında kaybetmemesi aynı zamanda gerçekleşen kaybın düşük düzeylerde kalması malzemenin elastik yapıdan gevrek yapıya kullanım süresinin bitiminde ulaşmadığı dolayısıyla gevrek kopmanın gerçekleşmediği buradan da malzemenin fiziksel yapısının bozulmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak çekme mukavemet değerleri önemli ölçüde azalmamasına rağmen darbe mukavemet değerleri önemli bir düşüş göstermiştir.

11. Araştırma kapsamında incelenen sera örtü malzemelerinin çekme mukavemet değerlerinin zamana bağlı değişim şekilleri incelendiğinde dalgalı bir değişim grafiği elde edilmiştir. Bu durumun deneme süresince aylar itibariyle gerçekleşen dış ortam radyasyon düzeylerinin ve dış ortam sıcaklığının farklı olmasından kaynaklandığı bu esnada malzeme meydana gelen esneme ve gerilmenin de etkili olduğu söylenebilir.

12. Araştırmada incelenen 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerin çekme deney testi ile elde edilen akma mukavemet başlangıç değerleri makine işleniş yönünde sırasıyla 9.3 N mm^{-2} ve 9.1 N mm^{-2} olarak belirlenmiştir. Anılan değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda 11.3 N mm^{-2} ve 9.6 N mm^{-2} olduğu ve başlangıç akma mukavemet değerlerine göre artış gösterdiği belirlenmiştir.

13. Araştırmada incelenen 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerin çekme deney testi ile elde edilen akma mukavemet başlangıç değerleri makine işleniş yönünün tersi yönünde sırasıyla 6.9 N mm^{-2} ve 9.7 N mm^{-2} olarak belirlenmiştir. Anılan değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda

11.0 N mm⁻² ve 9.2 N mm⁻² olduğu ve başlangıç akma mukavemet değerlerine göre CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemede bir artış belirlenmiştir.

14. Çalışmada farklı sera örtü malzemelerinin akma mukavemet değerlerinin zamana bağlı artma şeklinde bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Akma mukavemeti bir malzemenin gevrek bir yapıya geçişinin göstergesi olduğu için malzemeye şekil verebilmek için daha fazla güç uygulanması gerekmektedir. Bununla birlikte akma mukavemet anılan değerlerdeki artışların düşük düzeylerde gerçekleşmesi çekme mukavemet değerlerinin de benzer şekilde değişim göstermesi göz önünde bulundurulduğunda malzemeleri'nin gevrek kopma gösterecek şekilde henüz gevrekleşmediği söylenebilir.

15. Araştırmada incelenen 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerin çekme deney testi ile elde edilen kopma uzaması başlangıç değerleri makine işleniş yönünde sırasıyla % 529.2 ve % 561.4 olarak belirlenmiştir. Anılan değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda % 531.4 ve % 539.2 olduğu belirlenmiştir.

16. Araştırmada incelenen 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerin çekme deney testi ile elde edilen kopma uzaması başlangıç değerleri makine işleniş yönünün tersi yönünde sırasıyla % 679.8 ve % 686.2 olarak belirlenmiştir. Anılan değerlerin 24 aylık bir periyodun sonunda % 582.9 ve % 602.2 olduğu belirlenmiştir. Buradan araştırma kapmasında incelenen sera örtü malzemelerinin kullanım ömrünün sonunda halen elastik bir yapı gösterdiği söylenebilir.

17. CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarından elde edilen sera iç ve dış ortam sıcaklık ölçüm değerleri deneme süresince incelendiğinde ortalama sıcaklıklar dikkate alındığında araştırma seralarında tüm aylarda sera iç ortam sıcaklığının dış ortam sıcaklığından yüksek olduğu belirlenmiştir. Sera iç ortam ortalama sıcaklık değerlerin CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE örtü ile kaplı seralarda aylar itibariyle 10.9 ile 37.9 °C arasında değiştiği CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE örtü ile kaplı seralarda ise 10.9 ile 38.2 °C arasında değiştiği görülmektedir. Bununla birlikte araştırma seralarında en düşük sera iç sıcaklığının 2013 yılı Ocak ayında en yüksek sera iç sıcaklığının ise 2012 yılı ağustos ayında gerçekleştiği belirlenmiştir.

18. CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarından elde edilen sera iç ortam bağıl nem değerleri deneme süresince incelendiğinde ortalama bağıl nem değerlerinin sırasıyla % 27.4 ile % 77.6 ve % 26.0 ile % 78.2 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte araştırma seralarında en düşük sera iç nem değerlerinin 2012 yılı Ağustos ayında en yüksek sera iç nem değerlerinin ise 2012 yılı aralık, mayıs, haziran ayları ile 2013 yılı şubat, mart, nisan ve mayıs aylarında gerçekleştiği belirlenmiştir.

19. Araştırma kapsamında incelenen sera örtü malzemelerinin minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerlerinin aylar itibariyle değişimi incelendiğinde (Bkz. Şekil 4.6 ve Şekil 4.7) farklı sera örtü malzemeleri ile kaplı araştırma seralarında

anılan değerlerin birbirine paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum çalışmada incelenen sera örtü malzemelerinin özelliklerinin özellikle katkı maddelerinin aynı olması (UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF) ile ilişkilendirilmiştir.

20. Farklı sera örtü malzemelerinin tipik bir sonbahar, kış, ilkbahar ve yaz gününde sıcaklık ve nem değerlerinin günün saatine bağlı değişimleri incelendiğinde günün saati sera iç ortam sıcaklık ve nem değerlerini etkilediği belirlenmiştir. Açık gökyüzü koşullarında iç ortam sıcaklık eğrisinin sabah saatlerinden öğle saatlerine doğru artış gösterdiği en fazla sıcaklık değerlerinin günün öğle saatlerinde (12:00) gerçekleştiği öğle saatlerinden akşam saatlerine doğru ise eğrinin azalan yönde değiştiği sera iç ortam nem eğrisinin ise sıcaklıkla ters orantılı olduğu sabah erken saatlerde ve akşam saatlerinde sera iç ortam nem değerlerinin yüksek olduğu öğle saatlerinde ise düşük değerler gösterdiği belirlenmiştir.

21. 2011-2012 yılı Güz döneminde CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin bitki gelişimi üzerine etkisi incelendiğinde bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınımın sırasıyla 179.2 ve 161.2 W m⁻² olduğu belirlenmiştir. Dış ortam günlük ortalama toplam ışınım ise ortalama 200.2 W m⁻² olduğu saptanmıştır. Ancak anılan dönemde farklı sera örtü malzemelerinin bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı gibi vejetatif gelişim, verim ve ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, SÇKM, meyve suyunda EC ve pH gibi bazı meyve kalite parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu durumun her iki örtü malzemesinin özelliklerinin (katkı maddeleri) birbirine paralellik göstermesinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

22. 2011-2012 yılı Bahar döneminde CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin bitki gelişimi üzerine etkisi incelendiğinde bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınımın sırasıyla 359.3 ve 309.4 W m⁻² olduğu belirlenmiştir. Dış ortam günlük ortalama toplam ışınım ise ortalama 478.7 W m⁻² olduğu saptanmıştır. Anılan dönemde farklı sera örtü malzemelerinin bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı gibi vejetatif gelişim üzerine, verim ve ortalama meyve ağırlığı, SÇKM, meyve suyunda EC gibi bazı meyve kalite parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu durumun her iki örtü malzemesinin özelliklerinin (katkı maddeleri) birbirine paralellik göstermesinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak anılan dönemde farklı sera örtü malzemelerinin sadece meyve çapı ve meyve suyunda pH değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur.

23. 2012-2013 yılı güz döneminde CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin bitki gelişimi üzerine etkisi incelendiğinde bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınımın sırasıyla 162.4 W m⁻² ve 129.5 W m⁻² olduğu belirlenmiştir. Dış ortam günlük ortalama toplam ışınım ise ortalama 181.2 W m⁻² olduğu saptanmıştır. Ancak anılan dönemde farklı sera örtü malzemelerinin bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı gibi vejetatif gelişim üzerine, verim ve ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, SÇKM, meyve suyunda EC ve pH gibi bazı meyve kalite parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu durumun her iki örtü malzemesinin

özelliklerinin (katkı maddeleri) birbirine paralellik göstermesinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

24. 2012-2013 yılı Bahar döneminde CO-EX UV+IR+EVA ve UV+IR+EVA+AF katkılı PE sera örtü malzemelerinin toplam ışınım geçirgenliğinin bitki gelişimi üzerine etkisi incelendiğinde bitkilerin yetiştirme periyodu boyunca almış oldukları günlük ortalama toplam ışınımın sırasıyla 386.9 W m^{-2} ve 339.1 W m^{-2} olduğu belirlenmiştir. Dış ortam günlük ortalama toplam ışınım ise ortalama 490.8 W m^{-2} olduğu saptanmıştır. Ancak anılan dönemde farklı sera örtü malzemelerinin bitki boy, kök boğaz kalınlığı, yaprak sayısı gibi vejetatif gelişim üzerine, verim ve ortalama meyve ağırlığı, meyve çapı, SÇKM, meyve suyunda EC ve pH gibi bazı meyve kalite parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu durumun her iki örtü malzemesinin özelliklerinin (katkı maddeleri) birbirine paralellik göstermesinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

25. Çalışmada, UV+IR+EVA katkılı PE örtü ile kaplı araştırma seraları deneme süresince UV+IR+EVA+AF katkılı PE seralara göre daha yüksek toplam ışınım geçirgenlik değerleri göstermiştir. PAR geçirgenlik değerlerine göre deneme süresince UV+IR+EVA+AF katkılı PE seralar UV+IR+EVA katkılı PE seralara göre daha yüksek geçirgenlik değerleri sergilemiştir. Ancak, sera örtü malzemelerinin farklı dalga bandındaki geçirgenlikleri arasındaki farkın bitki gelişimi üzerine etkisi 2 yıl boyunca güz ve bahar şeklinde yapılan 4 yetiştirme döneminde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

26. Araştırmada, UV+IR+EVA+AF katkılı PE seralar sonbahar ve kış aylarında görülen yoğunlaşma koşullarında AF katkısız plastik seralardan daha yüksek geçirgenlik değerleri göstermiştir. Ayrıca anılan seralarda yoğunlaşmaya bağlı olarak oluşan damlacıkların bitkiler üzerine damlaması yoğun bir şekilde meydana gelmemiştir. Nitekim, plastik seralarda görülen en büyük problem malzemenin iç yüzeyinde meydana gelen nem yoğunlaşmasıdır. Yoğunlaşmanın etkisiyle oluşan damlacıkların bitkiler üzerine akması ise bitkilerde çeşitli fungal hastalıklarının ortaya çıkmasına sebebiyet vermekte buna bağlı olarak da üreticiler yoğun bir ilaç kullanımına yönelmektedir. Bu durum ise toprak kirliliği ve su kirliliği gibi çevre problemleri yaratmaktadır. Bu nedenle çalışmadan elde edilen verilere göre üreticilerin mutlaka AF katkı maddesi içeren sera örtü malzemelerinin tercih etmeleri gerektiği söylenebilir.

27. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre iyi bir örtü malzemesinin PAR spektrumunda maksimum geçirgenliğe sahip olması gerektiği ayrıca yoğunlaşma koşullarında da AF katkılı filmlerin AF katkısız filmlere göre daha yüksek geçirgenlik değeri gösterdiği göz önünde bulundurulursa yine üreticilerin mutlaka AF katkılı PE filmleri tercih etmesi gerekliliği sonucu çıkmaktadır.

28. Sera örtü malzemelerinin bazı mekanik özellikleri ile elde edilen veriler ülkemizde daha önce bilimsel bir çalışma kapsamında araştırılmadığı dikkate alındığında malzemelerin mekanik özellikleri ile ilgili verilerin bu doktora tez çalışmasının önemli bir çıktısı olduğu söylenebilir. PE filmlerin mekanik özelliklerinin zamana bağlı değişimi ile ilgili sonuçlara göre UV+IR+EVA katkılı PE filmin darbe dayanımı bakımından kullanım süresinin bitiminde ömrünü % 91 oranında tamamladığı

dolayısıyla özellikle dolu yağışının olduğu yörelerde 2 yıldan fazla kullanılmasının sakıncalı olabileceği söylenebilir. Ancak malzeme çekme mukavemeti yönünden kullanım ömrünün sonunda da yeterli olması ve malzemenin fiziksel yapısının bozulmadığı dikkate alınırsa dolu yağışının olmadığı yörelerde 2 yıldan fazla kullanılabilirdiği söylenebilir.

29. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre toz ve kirlilik gibi çevre koşulları malzemelerinin geçirgenliklerini önemli düzeyde etkilemiştir. Dolayısıyla ileriki aşamalarda son yıllarda gelişen teknoloji ile ortaya çıkan Anti-Toz (AT) katkı maddesi içeren sera örtü malzemelerinin araştırılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

30. Çalışmanın amaçları doğrultusunda Antalya ili için önemli bir çok meteorolojik veri (toplam ışınım, PAR, sıcaklık ve nem) 2 yıl boyunca ölçülmüş ve kapsamlı bir veri tabanı oluşturulmuştur. Elde edilen bu veri tabanının birçok çalışmaya kaynak olabilecek nitelikte veriler olduğu söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

- ABDEL-GHANY, A.M., ISHIGAMI, Y., GOTO, E. and KOZAI, T. 2006. A Method for measuring greenhouse cover temperature using a thermocouple. *Biosystems Engineering*, 95 (1): 99-109.
- ABOU HADID, A.F. and EISSA, M.M. 1994. Daily Air Temperature and Relative Humidity Regimes in Relation to Plastic Houses and Open Field Conditions in Egypt. *Acta Horticulturae*, 366: 113-118.
- AKKURT, S. 2007. Plastik Malzeme Bilimi Teknolojisi ve Kalıp Tasarımı. Birsen Yayınevi Ltd. Şti., İstanbul, 552 s.
- ALARGE 2010a. Çekme Test Cihazı Kullanma Kılavuzu. Alarge Laboratuvar Test Teknolojisi, İstanbul, 15 s.
- ALARGE 2010b. Düşme Test Cihazı Kullanma Kılavuzu. Alarge Laboratuvar Test Teknolojisi, İstanbul, 9 s.
- ALDRICH, R.A. and BARTOK, J.W. 1989. Greenhouse Engineering. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension, New York, pp 203.
- AL-HELAL, I.M. and ALHAMDAN, A.M. 2009. Effect of arid environment on radiative properties of greenhouse polyethylene cover. *Solar Energy*, 83 (6): 790-798.
- ALKAN, Z. 1977. Sera Planlama ve İnşa Tekniği. Ege Üniv. Mühendislik Bilimleri Fakültesi Denizli Ön Lisans Yüksek Okulu, Denizli, 205 s.
- ALP, S. 2003. Plastik Sektör Raporu. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, İstanbul, 29 s.
- ANONİM 2011. Antalya Tarım Master Planı. Antalya Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Antalya, 703 s.
- ANONİM 2012. <http://www.sugartech.co.za/psychro/index.php>.
- ANONİM 2013. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- BARROSO, M.R., MENESES, J.F. and MEXIA, J.T. 1999. Comparison Between Greenhouse Type, and Their Effects on Two Lettuce Cultivars Yield, and Botrytis Incidence. *Acta Horticulturae*, 491: 137-142.
- BAŞBUDAK, M. ve AKAR, A. 2003. Termoset Plastikler. Maya Basım Yayın Matbaacılık ve San. Tic. Ltd. ve Şti., İstanbul, 341 s.

- BAŞÇETİNCÇELİK, A. 1977. Türkiye'de Yerli Olarak Yapılan Elektriksel Işık Kaynaklarının Tarımsal Amaçlarla İlgili Aydınlatma Karakteristikleri Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana, 119 s.
- BAŞÇETİNCÇELİK, A. 1985. Sera örtü malzemelerinin ışık geçirgenliği ile 37° ve 41° enlemlerindeki güneş ışınım geçirgenliği üzerinde bir araştırma. TZDK mesleki yayınları, Yayın no 41, 123 s.
- BAUDOIN, W.O. and ZABELTITZ, C. 2002. Greenhouse Constructions For Small Scale Farmers in Tropical Regions. *Acta Horticulturae*, 578: 171-179.
- BAYTORUN, N.A. ve BAŞÇETİNCÇELİK, A. 1993. Seralarda Kullanılan Plastik Örtü Malzemeleri. Tarımda Plastik Kullanımı Konulu Panel, Antalya.
- BAYTORUN, N.A., ABAK, K., TOKGOZ, H. ve ALTUNTAS, O. 1994. Effect of Different Greenhouse Covering Materials on Inside Climate and on The Development of Tomato Plants. *Acta Horticulturae*, 366: 125-132.
- BAYTORUN, N.A. 1995. Seralar. Ç. Ü. Zir. Fak. Genel Yayın No: 110, Adana, 402 s.
- BAXEVANOU, C., BARTZANAS, T., FIDAROS, D. and KITTAS, C. 2007. Solar radiation distribution in a tunnel greenhouse. *Acta Horticulturae*, 801: 855-862.
- BOZKURT, S. ve SAYILIKAN, G. 2004. Sera domates (*Lycopersicon esculentum*) yetiştiriciliğinde uygulanan farklı NH₄/NO₃ azot oranlarının verim ve bitki gelişimine etkileri. *MKU Zir. Fak. Der.*, 9 (1-2): 9-22.
- BRIASSOULIS, D., WAAIJENBERG, D., GRATRAUD, J. and von ELSNER, B. 1997a. Mechanical Properties of Covering Materials for Greenhouses, Part I: A General Overview. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 67 (2): 1-81.
- BRIASSOULIS, D., WAAIJENBERG, D., GRATRAUD, J. and von ELSNER, B. 1997b. Mechanical Properties of Covering Materials for Greenhouses, Part II: Quality Assessment. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 67 (3): 171-217.
- BRIASSOULIS, D. and ARISTOPOULOU, A. 2001. Adaptation and harmonisation of standard testing methods for mechanical properties of low-density polyethylene (LDPE) films. *Polymer Testing* 20 (6): 615-634.
- BRIASSOULIS, D. and SCHETTINI, E. 2003. Analysis and Design of Low-density Polyethylene Greenhouse Films. *Biosystems Engineering*: 84 (3): 303-314
- BRIASSOULIS, D. 2005. The effects of tensile stress and the agrochemical Vapam on the ageing of low density polyethylene (LDPE) agricultural films. Part I. Mechanical behaviour. *Polymer Degradation and Stability*, 88 (3): 489-503.

- BRIASSOULIS, D. 2006. Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. *Polymer Degradation and Stability*, 91 (6): 1256-1272.
- CEMEK B. and DEMİR, Y. 2005. Testing of the condensation characteristics and light transmissions of different plastic film covering materials. *Polymer Testing*, 24 (3): 269-404.
- CEMEK, B., DEMİR, Y., UZUN, S. AND CEYHAN, V. 2006. The effects of different greenhouse covering materials on energy requirement, growth and yield of aubergine. *Energy*, 31 (12): 1780–1788.
- CEMEROĞLU, B. 1992. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metodaları. Ankara.
- CEVRİ, H. 1999. Akdeniz Bölgesindeki Değişik Örtü Malzemeli Seralarda, Işınım Geçirgenlikleri ile Güneş Işınımı ve Fotosentez İçin Etkin Işınım (PAR) Belirlenmesi Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana, 95 s.
- CHARINPANITKUL, T., RUENJAIKAEN, K., SUNSAP, P., WIJITAMORNERT, A. and KIM, K.S. 2007. Optical Transmission of Greenhouse Film Prepared from Composite of Polyethylene and Microsilica. *J. Ind. Eng. Chem.*, 13 (6): 992-996.
- DAYAN, E., ENOCH, H.Z., FUCHS, M. and ZIPORI, I. 1986. Suitability of Greenhouse Building Types and Roof Cover Materials for Growth of Export Tomatoes in The Besor Region of Israel: II. Effect on Fresh and Dry Matter Production. *Biotronics*, 15: 71-79.
- DEMİR, H. 2002. Organik ve Geleneksel Tarım Yöntemleri ile Yetiştirilen Bazı Sebzelerin Kimi Kalite Kriterleri Bakımından Karşılaştırılması (Y. Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya, 134 s.
- DILARA, P.A. and BRIASSOULIS, D. 1998. Standard testing methods for mechanical properties and degradation of low density polyethylene (LDPE) films used as greenhouse covering materials: a critical evaluation. *Polymer Testing*, 17 (8): 549-585.
- DILARA, P.A. and BRIASSOULIS, D. 2000. Degradation and Stabilization of Low-density Polyethylene Films used as Greenhouse Covering Materials. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 76 (4): 309-321.
- EKMEKYAPAR, T. 2001. Tarımsal Yapılar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 204, Erzurum, 209 s.

- EMEKLİ, N.Y., BÜYÜKTAŞ, D. ve BÜYÜKTAŞ, K. 2008. Antalya yöresinde seracılığın mevcut durumu ve yapısal sorunları. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* Derim, 25 (1): 26-39.
- ERTEKİN, Ü. 1997. Örtüaltı Domates Yetiştiriciliği. Mars Matbaası, 158ss.
- EVCİ, Y. 2002. Farklı Potasyum Dozlarının Serada Yetiştirilen Domateste Verim Ve Kaliteye Etkileri (Y. Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Isparta, 41s.
- GIACOMELLI, G.A. 1999. Greenhouse Glazings Alternatives Under The Sun: Department of Bioresource Engineering Cook College Rutgers University New Brunswick, New Jersey.
- GEOOLA, F., PEIPER, U.M. and GEOOLA, F., 1994. Outdoor Testing of the Condensation Characteristics of Plastic Film Covering Materials Using a Model Greenhouse. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 57 (3): 167-172
- GEOOLA, F., KASHTI, Y. and PEIPER, U.M. 1998. A model greenhouse for testing the role of condensation, dust and dirt on the solar radiation transmissivity of greenhouse cladding materials. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 71 (4): 339-346.
- GEOOLA, F., KASHTI, Y. and PEIPER, U.M. 2000. Solar Radiation Transmissivity of Greenhouse Cladding Materials. *Acta Horticulturae*, 534: 109-116.
- GEOOLA, F., KASHTI, Y., LEVI, A. and BRICKMAN, R. 2004. Quality Evaluation of Anti-Drop Properties of Greenhouse Cladding Materials. *Polymer Testing*, 23 (7): 755-761.
- GÜNAY, A. 1985. Seracılıkta Kullanılan Örtü Malzemeleri ve Karşılaştırılması. Türkiye Seracılık Sempozyumu Bildirileri, Cam Pazarlama A.Ş. Yayın No:1985/2, Ankara, 33-46.
- GUNAY, A. 1994. Alternative Cover Materials and Their Usage in Protected Growing. *Acta Horticulturae*, 366: 99-104.
- HEMMING, S., DUECK, T., JANSE, J. S and van NOORT, F. 2007. The Effect of Diffuse Light on Crops. *Acta Horticulturae*, 801: 1293-1300.
- JENSEN, M.H. and MALTER, A.J. 1994. Protected Agriculture A Global Review. World Bank Technical Paper Number 253, Washington, pp76.
- KATSOULAS, N., MANOLARAKI, C.H., KITTAS, C. and BARTZANAS, T. 2007. Effects of anti-drip cover materials on microclimate and production of a hydroponic cucumber crop. *Acta Horticulturae*, 801: 267-274.

- KIRDA, C., BAYTORUN, N., DERİCİ, M.R. ve DAŞGAN, H.Y. 2003. Nitrogen Fertiliser Recovery and Yield Response of Greenhouse Grown and Fertigated Tomato to Root - Zone Soil Water Tension. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27 (6): 323-328.
- KITTAS, C., BAILLE, A. and GIAGLARAS, P. 1999. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 73 (4): 341-351.
- KITTAS C., TCHAMITCHIAN M., KATSOULAS N., KARAIKOU P., PAPAIOANNOU Ch. 2006. Effect of two UV absorbing greenhouse covering films on growth and yield of an eggplant soilless crop. *Scientia Horticulturae*, 110 (1): 30-37.
- KOHLMEIER, D. ve BAYTORUN, N. 1990. Seralarda Kullanılan Değişik Örtü Malzemesinin Dış İklim Koşullarında Zamana Bağlı Olarak Işık Geçirgenliğinin Saptanması Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye V Seracılık Sempozyumu, İzmir, 35-44.
- KUTLAR YAYLALI, İ. 2007. Değişik Tuz Konsantrasyonuna Sahip Farklı Sulama Suyu Uygulamalarının Domateste Verim ve Kalite Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Konya, 260 s.
- MASTEKBAYEVA, G.A. and KUMAR, S. 2000. Effect of dust on the transmittance of low density polyethylene glazing in a tropical climate. *Solar energy*, 68 (2): 135-141.
- MONTERO, J.I. and ANTON, A. 2003. Greenhouse Characteristics and Microclimatic Conditions. *Acta Horticulturae*, 614: 323-333.
- OLGUN, M. 2011. Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı Yayın No: 1577, Ankara, 445 s.
- ÖZÇELİK, S. 2000. Sera Örtü Malzemelerinin Mekanik Özellikleri ve Bu Özelliklere Etki Eden Faktörler (Y. Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Erzurum, 82 s.
- ÖZTÜRK, H.H. 2008a. Sera İklimlendirme Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul, 305 s.
- ÖZTÜRK, H.H. 2008b. Güneş Enerjisi ve Uygulamaları. Birsen Yayınevi Ltd. Şti., İstanbul, 277 s.
- PAPADAKIS, G., BRIASSOULIS, D., MUGNOZZA, G.S., VOX, G., FEUILLOLEY, P. AND STOFFERS, J.A. 2000. Radiometric and Thermal Properties of, and Testing Methods for, Greenhouse Covering Materials. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 77 (1): 7-38.

- PAPADOPOULOS, A.P. and HAO, X. 1997. Effects of three greenhouse cover materials on tomato growth, productivity, and energy use. *Scientia Horticulturae*, 70 (2-3): 165–178.
- PEHLİVAN, Y. 2008. Aynı Tip Dört Farklı Sera Örtü Malzemesinin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi (Y. Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Antalya, 92 s.
- PIETERS, J.G., DELTOUR, J.M. and DEBRUYCKERE, M.J. 1997. Light transmission through condensation on glass and polyethylene. *Agricultural and Forest Meteorology*, 85 (1-2): 51-62.
- POLLET, I.V. and PIETERS J.G. 1999a. Condensation and radiation transmittance of greenhouse cladding materials: Part 1, laboratory measuring unit and performance. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74 (4): 369-377.
- POLLET, I.V. and PIETERS, J.G. 1999b. Laboratory measurements of PAR transmittance of wet and dry greenhouse cladding materials. *Agricultural and Forest Meteorology*, 93 (2): 149-152.
- POLLET, I.V. and PIETERS, J.G. 2000. Condensation and radiation transmittance of greenhouse cladding materials, Part 2: results for a complete condensation cycle. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75 (1): 65-72.
- POLLET, I.V. and PIETERS, J.G. 2002. PAR Transmittances of Dry and Condensate Covered Glass and Plastic Greenhouse Cladding. *Agricultural and Forest Meteorology*, 110 (4): 285–298.
- ROMERO-GÁMEZ, M., SUÁREZ-REY, E.M., CASTILLA, N. and SORIANO, T. 2012. Evaluation of global, photosynthetically active radiation and diffuse radiation transmission of agricultural screens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 10 (2): 306-313.
- SARI, M., AKSOY, T., KÖSEOĞLU, T., KAPLAN, M., KILIÇ, Ş. ve PİLANALI, N. 1993. Akdeniz Üniversitesi Yerleşim Alanının Detaylı Toprak Etüdü ve İdeal Arazi Kullanım Planlaması. Akdeniz Üniv. Yayınları, Antalya, 245 s.
- SCARASCIA-MUGNOZZA, G., SCHETTINI, E. and VOX, G. 2004. Effects of Solar Radiation on the Radiometric Properties of Biodegradable Films for Agricultural Applications. *Biosystems Engineering*, 87 (4): 479–487.
- ŞAHİN, Ü., ÖZDENİZ, A., ZÜLKADIR, A. ve ALAN, R. 1998. Sera Kosullarında Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bitkisinde Farklı Yetistirme Ortamlarınının Verim, Kalite ve Bitki Gelişmesine Olan Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22 : 71-79.
- TUİK 2014. Türkiye İstatistik Kurumu Kayıtları, Ankara.

- TSE 1980. TS 794 Domates. Türk Standartları Enstitüsü, ICS 67.080.20, Ankara, 7 s.
- TSE 1997. TS 1398-1 EN ISO 527-1 Plastikler-Çekme Özelliklerinin Tayini- Bölüm 1: Genel Prensipler. Türk Standartları Enstitüsü, ICS 83.080.01, Ankara, 10 s.
- TSE 2003a. TS 3782 EN 13206 Termoplastik Kaplama Filmleri - Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliği ve Tarımda Kullanılan. Türk Standartları Enstitüsü, ICS 65.040.30; 83.140.10, Ankara, 11 s.
- TSE 2003b. TS EN ISO 7765-1 Plastik Film ve Levhalar-Serbest Düşen Kütle Metodu ile Darbe Mukavemetinin Tayini-Bölüm 1: Merdiven Metodu. Türk Standartları Enstitüsü, ICS 83.140.10, Ankara, 8 s.
- von ELSNER, B., BRIASSOULIS, D., WAAIJENBERG, D., MISTRITOTIS, A., von ZABELTITZ, CHR. , GRATRAUD, J., RUSSO, G. and SUAY-CORTES, R. 2000. Review of Structural and Functional Characteristics in European Union Countries, Part I: Design Requirements. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 75 (1): 1-16.
- YAĞCIOGLU, A. 2005. Sera Mekanizasyonu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 562, 363 s.
- YILDIZLI, K. 2011. Çekme/Eğme Deney Föyü. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü ders notları, Samsun.
- YÜKSEL, A.N. 1995. Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul, 335 s.
- YÜKSEL, A.N. 2004. Sera Yapım Tekniği. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul, 287 s.
- WAAIJENBERG, D. 1989. Standard For Film-Covered Greenhouses. Engineering and Economic Aspects of Energy Saving in Protected Cultivation, *Acta Horticulturae*, 245: 78-85.
- WEIMANN, G. 1985. Lighttransmissivity of Different Film Covering on Greenhouses. *Acta Horticulturae*, 170: 143-146.
- ZABELTITZ, C. 1992. Technologies For Climate Control in Greenhouses. Expert Consultation Workshop on Greenhouses in the Antalya Region, 13-17 Ocak, pp 10-22, Antalya.

7. EKLER

Ek-1 Çizelge-1. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama toplam ışınım geçirgenliği (Kasım 2011-Temmuz 2012)

| Ay | Tarih | Sera içi ışınım değerleri (W m ⁻²) | | Dış ortam ışınım değerleri (W/m ²) |
|-------------------|------------|------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|
| | | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF | |
| Kasım (2011) | 7.11.2011 | 270.3* | 235.8 | 287.3 |
| | 8.11.2011 | 247.0 | 228.1 | 274.6 |
| | 11.11.2011 | 203.1 | 184.4 | 221.6 |
| | 16.11.2011 | 199.6 | 176.4 | 207.4 |
| | 17.11.2011 | 205.0 | 189.4 | 222.5 |
| Ortalama | | 225.0 | 202.8 | 242.7 |
| Aralık (2011) | 3.12.2011 | 182.1 | 167.9 | 204.8 |
| | 9.12.2011 | 191.6 | 181.0 | 212.2 |
| | 24.12.2011 | 183.0 | 166.8 | 203.4 |
| | 25.12.2011 | 191.3 | 172.3 | 210.3 |
| | 26.12.2011 | 184.9 | 170.0 | 205.5 |
| Ortalama | | 186.6 | 171.6 | 207.2 |
| Ocak (2012) | 9.01.2012 | 188.9 | 171.6 | 214.4 |
| | 13.01.2012 | 200.7 | 176.6 | 220.4 |
| | 16.01.2012 | 194.0 | 169.3 | 214.4 |
| | 17.01.2012 | 211.4 | 195.0 | 243.2 |
| | 18.01.2012 | 220.0 | 195.0 | 238.8 |
| Ortalama | | 203.0 | 181.5 | 226.2 |
| Şubat (2012) | 23.02.2012 | 300.7 | 248.7 | 327.2 |
| | 24.02.2012 | 286.7 | 261.1 | 337.5 |
| | 25.02.2012 | 297.1 | 266.7 | 351.0 |
| | 26.02.2012 | 266.6 | 250.3 | 324.7 |
| | 27.02.2012 | 181.7 | 155.4 | 218.6 |
| Ortalama | | 266.5 | 236.4 | 311.8 |
| Mart (2012) | 17.03.2012 | 375.1 | 335.3 | 464.0 |
| | 18.03.2012 | 379.9 | 331.7 | 460.2 |
| | 23.03.2012 | 404.2 | 337.7 | 465.7 |
| | 24.03.2012 | 405.5 | 338.4 | 468.0 |
| | 27.03.2012 | 411.5 | 344.0 | 472.9 |
| Ortalama | | 395.2 | 337.4 | 466.2 |
| Nisan (2012) | 16.02.2012 | 450.9 | 444.1 | 364.2 |
| | 22.02.2012 | 451.6 | 450.5 | 365.0 |
| | 23.02.2012 | 441.6 | 428.0 | 361.5 |
| | 26.02.2012 | 427.2 | 417.0 | 348.4 |
| | 28.02.2012 | 458.1 | 442.6 | 373.0 |
| Ortalama | | 441.2 | 379.7 | 552.4 |
| Mayıs (2012) | 07.05.2012 | 438.4 | 375.9 | 582.7 |
| | 08.05.2012 | 415.0 | 356.2 | 555.8 |
| | 27.05.2012 | 423.4 | 363.6 | 592.2 |
| | 29.05.2012 | 411.5 | 366.8 | 591.8 |
| | 30.05.2012 | 426.2 | 365.8 | 598.4 |
| Ortalama | | 422.9 | 365.7 | 584.2 |
| Haziran (2012) | 01.06.2012 | 431.3 | 378.4 | 623.2 |
| | 02.06.2012 | 428.7 | 367.8 | 608.8 |
| | 03.06.2012 | 425.9 | 368.7 | 613.0 |
| | 08.06.2012 | 428.6 | 368.6 | 623.4 |
| | 09.06.2012 | 425.4 | 371.4 | 619.8 |
| Ortalama | | 428.0 | 370.9 | 617.7 |

* 2 tekerrürün ortalamasıdır

Ek-2 Çizelge-2. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama toplam ışınım geçirgenliği (Temmuz 2012-Mart 2013)

| Ay | Tarih | Sera içi ışınım değerleri (W m ⁻²) | | Dış ortam ışınım değerleri (W/m ²) |
|-----------------|------------|------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|
| | | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF | |
| Temmuz (2012) | 01.07.2012 | 415.0* | 354.6 | 619.1 |
| | 02.07.2012 | 413.2 | 347.3 | 613.0 |
| | 03.07.2012 | 418.3 | 348.2 | 610.2 |
| | 04.07.2012 | 412.0 | 341.9 | 603.2 |
| | 11.07.2012 | 405.7 | 335.0 | 599.2 |
| Ortalama | | 412.8 | 345.4 | 608.9 |
| Ağustos (2012) | 05.08.2012 | 432.4 | 349.5 | 544.3 |
| | 06.08.2012 | 440.6 | 355.7 | 553.9 |
| | 21.08.2012 | 425.7 | 348.4 | 541.5 |
| | 24.08.2012 | 424.6 | 349.2 | 541.2 |
| | 25.08.2012 | 437.4 | 357.7 | 555.6 |
| Ortalama | | 432.1 | 352.1 | 547.3 |
| Eylül (2012) | 01.09.2012 | 397.7 | 330.6 | 509.7 |
| | 02.09.2012 | 399.9 | 330.5 | 511.9 |
| | 03.09.2012 | 398.7 | 325.9 | 506.0 |
| | 04.09.2012 | 401.6 | 328.9 | 506.1 |
| | 05.09.2012 | 392.4 | 319.6 | 495.8 |
| Ortalama | | 398.1 | 327.1 | 505.9 |
| Ekim (2012) | 02.10.2012 | 304.7 | 236.1 | 365.8 |
| | 03.10.2012 | 320.8 | 251.9 | 384.7 |
| | 04.10.2012 | 300.5 | 235.9 | 355.5 |
| | 06.10.2012 | 291.1 | 228.2 | 350.8 |
| | 11.10.2012 | 326.6 | 244.8 | 350.6 |
| Ortalama | | 308.7 | 239.4 | 361.5 |
| Kasım (2012) | 04.11.2012 | 251.7 | 194.1 | 269.8 |
| | 05.11.2012 | 242.5 | 190.6 | 263.8 |
| | 12.11.2012 | 241.4 | 199.2 | 269.3 |
| | 13.11.2012 | 239.7 | 191.9 | 260.0 |
| | 14.11.2012 | 233.2 | 193.4 | 253.0 |
| Ortalama | | 241.7 | 193.8 | 263.2 |
| Aralık (2012) | 02.12.2012 | 178.7 | 145.0 | 202.7 |
| | 08.12.2012 | 192.8 | 153.5 | 207.9 |
| | 15.12.2012 | 181.4 | 155.0 | 203.1 |
| | 20.12.2012 | 191.6 | 151.7 | 211.7 |
| | 21.12.2012 | 187.0 | 155.8 | 210.3 |
| Ortalama | | 186.3 | 152.2 | 207.1 |
| Ocak (2013) | 06.01.2013 | 179.7 | 150.3 | 204.7 |
| | 07.01.2013 | 208.1 | 166.2 | 229.0 |
| | 08.01.2013 | 186.9 | 153.9 | 210.6 |
| | 09.01.2013 | 206.1 | 167.9 | 235.7 |
| | 10.01.2013 | 210.7 | 166.2 | 236.2 |
| Ortalama | | 198.3 | 160.9 | 223.2 |
| Şubat (2013) | 01.02.2013 | 194.3 | 170.9 | 237.7 |
| | 05.02.2013 | 182.3 | 158.9 | 225.7 |
| | 09.02.2013 | 185.1 | 161.7 | 228.5 |
| | 12.02.2013 | 181.6 | 158.2 | 225.0 |
| | 13.02.2013 | 186.5 | 163.1 | 229.9 |
| Ortalama | | 186.0 | 162.5 | 229.3 |

* 2 tekrerrün ortalamasıdır

Ek-3 Çizelge-3. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama toplam ışınım geçirgenliği (Mart 2013-Kasım 2013)

| Ay | Tarih | Sera içi ışınım değerleri (W m ⁻²) | | Dış ortam ışınım değerleri (W/m ²) |
|-------------------------------|------------|------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|
| | | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF | |
| Mart (2013) | 05.03.2013 | 287.3* | 280.2 | 402.5 |
| | 06.03.2013 | 277.7 | 233.5 | 330.7 |
| | 18.03.2013 | 330.7 | 276.6 | 444.6 |
| | 20.03.2013 | 375.4 | 314.8 | 443.3 |
| | 24.03.2013 | 368.3 | 302.6 | 413.9 |
| Ortalama | | 327.9 | 281.5 | 407.0 |
| Nisan (2013) | 24.04.2013 | 441.8 | 377.9 | 564.8 |
| | 25.04.2013 | 465.5 | 425.9 | 587.4 |
| | 26.04.2013 | 467.3 | 409.8 | 589.4 |
| | 27.04.2013 | 451.5 | 359.3 | 577.3 |
| | 28.04.2013 | 458.5 | 374.2 | 577.6 |
| Ortalama | | 456.9 | 389.4 | 579.3 |
| Mayıs (2013) | 14.05.2013 | 430.1 | 412.6 | 599.1 |
| | 25.05.2013 | 461.1 | 413.1 | 625.0 |
| | 26.05.2013 | 440.1 | 397.8 | 604.0 |
| | 27.05.2013 | 459.5 | 406.3 | 616.1 |
| | 28.05.2013 | 472.7 | 429.1 | 626.9 |
| Ortalama | | 452.7 | 411.8 | 614.2 |
| Haziran (2013) | 18.06.2013 | 434.9 | 389.5 | 601.6 |
| | 19.06.2013 | 438.1 | 385.4 | 605.0 |
| | 21.06.2013 | 430.3 | 382.4 | 599.8 |
| | 22.06.2013 | 436.5 | 386.5 | 601.9 |
| | 23.06.2013 | 433.8 | 402.9 | 602.0 |
| Ortalama | | 434.7 | 389.3 | 602.1 |
| Temmuz (2013) | 02.07.2013 | 413.4 | 383.1 | 601.6 |
| | 03.07.2013 | 440.8 | 367.5 | 595.2 |
| | 04.07.2013 | 410.3 | 363.8 | 586.9 |
| | 06.07.2013 | 410.9 | 352.8 | 583.7 |
| | 07.07.2013 | 418.9 | 368.5 | 588.9 |
| Ortalama | | 418.9 | 367.1 | 591.3 |
| Ağustos (2013) | 04.08.2013 | 355.0 | 326.1 | 522.4 |
| | 05.08.2013 | 351.3 | 302.8 | 523.7 |
| | 07.08.2013 | 357.3 | 307.4 | 494.9 |
| | 08.08.2013 | 343.7 | 289.1 | 493.1 |
| | 09.08.2013 | 370.4 | 315.4 | 532.4 |
| Ortalama | | 355.5 | 308.2 | 513.3 |
| Eylül (2013) | 03.09.2013 | 387.2 | 336.4 | 482.2 |
| | 04.09.2013 | 375.7 | 331.6 | 467.8 |
| | 05.09.2013 | 377.4 | 338.5 | 471.8 |
| | 06.09.2013 | 382.6 | 336.6 | 478.1 |
| | 07.09.2013 | 367.7 | 307.6 | 457.9 |
| Ortalama | | 378.1 | 330.2 | 471.6 |
| Ekim (2013) | 04.10.2013 | 363.7 | 313.8 | 423.5 |
| | 05.10.2013 | 362.9 | 308.8 | 418.3 |
| | 06.10.2013 | 364.8 | 301.7 | 419.1 |
| | 07.10.2013 | 355.2 | 299.5 | 416.2 |
| | 08.10.2013 | 340.2 | 287.6 | 403.2 |
| Ortalama | | 357.3 | 302.3 | 416.1 |
| * 2 tekrerrürün ortalamasıdır | | | | |

Ek-4 Çizelge-4. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama PAR geçirgenliği (Kasım 2011-Temmuz 2012)

| Ay | Tarih | Sera içi PAR değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) | | Dış Ortam PAR değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) |
|-----------------|------------|-----------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------|
| | | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF | |
| Kasım (2011) | 7.11.2011 | 260.6* | 270.1 | 328.2 |
| | 8.11.2011 | 249.4 | 258.6 | 315.8 |
| | 11.11.2011 | 201.6 | 214.6 | 261.0 |
| | 16.11.2011 | 194.5 | 199.6 | 229.4 |
| | 17.11.2011 | 192.8 | 196.8 | 237.8 |
| Ortalama | | 219.7 | 227.9 | 274.4 |
| Aralık (2011) | 3.12.2011 | 169.1 | 168.5 | 210.6 |
| | 9.12.2011 | 180.4 | 184.2 | 222.0 |
| | 24.12.2011 | 166.4 | 168.9 | 215.1 |
| | 25.12.2011 | 168.2 | 171.8 | 222.6 |
| | 26.12.2011 | 175.7 | 169.8 | 221.1 |
| Ortalama | | 171.9 | 172.6 | 218.3 |
| Ocak (2012) | 9.01.2012 | 94.4 | 86.7 | 115.5 |
| | 13.01.2012 | 79.3 | 88.7 | 115.5 |
| | 16.01.2012 | 75.1 | 82.8 | 109.7 |
| | 17.01.2012 | 83.3 | 92.3 | 122.0 |
| | 18.01.2012 | 83.4 | 91.3 | 121.7 |
| Ortalama | | 83.1 | 88.3 | 116.9 |
| Şubat (2012) | 23.02.2012 | 238.7 | 238.6 | 323.8 |
| | 24.02.2012 | 229.2 | 246.9 | 329.2 |
| | 25.02.2012 | 244.6 | 257.5 | 347.2 |
| | 26.02.2012 | 224.3 | 240.0 | 322.2 |
| | 27.02.2012 | 152.7 | 158.9 | 228.4 |
| Ortalama | | 217.9 | 228.4 | 310.2 |
| Mart (2012) | 17.03.2012 | 304.5 | 310.9 | 455.2 |
| | 18.03.2012 | 310.0 | 315.5 | 458.9 |
| | 23.03.2012 | 309.1 | 312.8 | 458.5 |
| | 24.03.2012 | 311.3 | 318.2 | 467.0 |
| | 27.03.2012 | 312.6 | 317.5 | 465.6 |
| Ortalama | | 309.5 | 315.0 | 461.1 |
| Nisan (2012) | 16.02.2012 | 373.1 | 369.4 | 541,4 |
| | 22.02.2012 | 374.4 | 370.8 | 545,3 |
| | 23.02.2012 | 358.2 | 365.0 | 542,3 |
| | 26.02.2012 | 339.4 | 354.2 | 531,2 |
| | 28.02.2012 | 354.4 | 370.6 | 562,7 |
| Ortalama | | 359.9 | 366.0 | 544.6 |
| Mayıs (2012) | 07.05.2012 | 330.8 | 346.4 | 563.6 |
| | 08.05.2012 | 314.9 | 332.4 | 540.5 |
| | 27.05.2012 | 322.7 | 346.8 | 597.6 |
| | 29.05.2012 | 318.0 | 348.6 | 595.7 |
| | 30.05.2012 | 325.5 | 345.9 | 603.2 |
| Ortalama | | 322.4 | 344.0 | 580.1 |
| Haziran (2012) | 01.06.2012 | 325.7 | 356.4 | 625.0 |
| | 02.06.2012 | 323.4 | 348.6 | 612.4 |
| | 03.06.2012 | 322.7 | 346.9 | 615.1 |
| | 08.06.2012 | 316.9 | 341.3 | 619.9 |
| | 09.06.2012 | 315.5 | 341.9 | 622.6 |
| Ortalama | | 320.8 | 347.0 | 619.0 |

* 2 tekerrürün ortalamasıdır

Ek-5 Çizelge-5. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama PAR geçirgenliği (Temmuz 2012-Mart 2013)

| Ay | Tarih | Sera içi PAR değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) | | Dış ortam PAR değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) |
|-----------------|------------|----------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|
| | | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF | |
| Temmuz (2012) | 01.07.2012 | 286.2* | 320.5 | 607.6 |
| | 02.07.2012 | 285.6 | 315.0 | 602.5 |
| | 03.07.2012 | 280.2 | 311.6 | 606.7 |
| | 04.07.2012 | 280.8 | 308.0 | 600.7 |
| | 11.07.2012 | 272.6 | 286.7 | 590.2 |
| Ortalama | | 281.1 | 308.3 | 601.5 |
| Ağustos (2012) | 05.08.2012 | 314.6 | 331.0 | 574.0 |
| | 06.08.2012 | 317.6 | 336.2 | 580.0 |
| | 21.08.2012 | 295.5 | 310.7 | 552.9 |
| | 24.08.2012 | 291.1 | 304.9 | 541.2 |
| | 25.08.2012 | 295.1 | 305.2 | 544.8 |
| Ortalama | | 302.8 | 317.6 | 558.6 |
| Eylül (2012) | 01.09.2012 | 275.3 | 286.0 | 510.1 |
| | 02.09.2012 | 274.7 | 285.7 | 509.1 |
| | 03.09.2012 | 269.1 | 280.5 | 499.9 |
| | 04.09.2012 | 272.2 | 278.9 | 498.5 |
| | 05.09.2012 | 266.9 | 275.9 | 490.6 |
| Ortalama | | 271.6 | 281.4 | 501.6 |
| Ekim (2012) | 02.10.2012 | 202.1 | 200.3 | 365.3 |
| | 03.10.2012 | 218.4 | 215.6 | 383.1 |
| | 04.10.2012 | 206.5 | 200.5 | 353.8 |
| | 06.10.2012 | 204.4 | 194.3 | 344.9 |
| | 11.10.2012 | 243.5 | 204.3 | 348.5 |
| Ortalama | | 215.0 | 203.0 | 359.1 |
| Kasım (2012) | 04.11.2012 | 183.6 | 189.8 | 265.0 |
| | 05.11.2012 | 181.5 | 188.1 | 259.9 |
| | 12.11.2012 | 179.1 | 185.4 | 258.4 |
| | 13.11.2012 | 174.4 | 176.5 | 250.4 |
| | 14.11.2012 | 180.3 | 171.7 | 242.7 |
| Ortalama | | 179.8 | 182.3 | 255.3 |
| Aralık (2012) | 02.12.2012 | 131.1 | 138.1 | 192.9 |
| | 08.12.2012 | 133.7 | 137.3 | 187.9 |
| | 15.12.2012 | 134.1 | 132.3 | 187.8 |
| | 20.12.2012 | 139.3 | 139.6 | 201.6 |
| | 21.12.2012 | 141.6 | 141.6 | 197.0 |
| Ortalama | | 136.0 | 137.8 | 193.4 |
| Ocak (2013) | 06.01.2013 | 141.8 | 143.2 | 238.1 |
| | 07.01.2013 | 158.2 | 159.0 | 203.7 |
| | 08.01.2013 | 140.3 | 140.4 | 187.0 |
| | 09.01.2013 | 147.6 | 146.7 | 205.6 |
| | 10.01.2013 | 144.4 | 147.3 | 209.3 |
| Ortalama | | 146.5 | 147.3 | 208.7 |
| Şubat (2013) | 01.02.2013 | 160.8 | 153.7 | 220.9 |
| | 05.02.2013 | 163.9 | 165.8 | 233.5 |
| | 09.02.2013 | 128.2 | 134.9 | 202.1 |
| | 12.02.2013 | 171.8 | 172.4 | 239.5 |
| | 13.02.2013 | 174.6 | 178.7 | 245.8 |
| Ortalama | | 159.8 | 161.1 | 228.4 |

* 2 tekerrürün ortalamasıdır

Ek-6 Çizelge-6. Güneşli günler için sera örtü malzemelerinin günlük ortalama PAR geçirgenliği (Mart 2013-Kasım 2013)

| Ay | Tarih | Sera içi PAR değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) | | Dış ortam PAR değerleri ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) |
|-----------------|------------|----------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|
| | | UV+IR+EVA | UV+IR+EVA+AF | |
| Mart (2013) | 05.03.2013 | 274.1* | 285.9 | 392.9 |
| | 06.03.2013 | 233.7 | 247.7 | 339.7 |
| | 18.03.2013 | 309.2 | 330.6 | 475.0 |
| | 20.03.2013 | 309.8 | 311.2 | 448.1 |
| | 24.03.2013 | 337.2 | 316.1 | 483.4 |
| Ortalama | | 292.8 | 298.3 | 427.8 |
| Nisan (2013) | 24.04.2013 | 331.7 | 348.1 | 495.4 |
| | 25.04.2013 | 335.7 | 333.9 | 502.5 |
| | 26.04.2013 | 334.1 | 348.2 | 498.0 |
| | 27.04.2013 | 334.0 | 348.8 | 507.0 |
| | 28.04.2013 | 331.6 | 334.0 | 519.2 |
| Ortalama | | 333.4 | 342.6 | 504.4 |
| Mayıs (2013) | 14.05.2013 | 357.5 | 389.7 | 555.2 |
| | 25.05.2013 | 356.6 | 379.9 | 578.3 |
| | 26.05.2013 | 347.1 | 377.3 | 548.2 |
| | 27.05.2013 | 350.5 | 371.8 | 559.0 |
| | 28.05.2013 | 354.6 | 371.4 | 550.4 |
| Ortalama | | 353.3 | 378.0 | 558.2 |
| Haziran (2013) | 18.06.2013 | 331.2 | 370.0 | 538.0 |
| | 19.06.2013 | 328.5 | 362.6 | 538.2 |
| | 21.06.2013 | 325.0 | 358.4 | 534.3 |
| | 22.06.2013 | 323.5 | 359.8 | 534.5 |
| | 23.06.2013 | 324.2 | 359.0 | 536.8 |
| Ortalama | | 326.5 | 362.0 | 536.3 |
| Temmuz (2013) | 02.07.2013 | 327.8 | 363.9 | 529.5 |
| | 03.07.2013 | 320.8 | 358.3 | 561.5 |
| | 04.07.2013 | 316.4 | 354.1 | 532.0 |
| | 06.07.2013 | 320.8 | 354.7 | 516.7 |
| | 07.07.2013 | 323.4 | 356.9 | 528.5 |
| Ortalama | | 321.8 | 357.6 | 533.7 |
| Ağustos (2013) | 04.08.2013 | 307.5 | 357.7 | 528.9 |
| | 05.08.2013 | 320.2 | 367.7 | 548.4 |
| | 07.08.2013 | 316.3 | 356.1 | 531.9 |
| | 08.08.2013 | 288.2 | 311.7 | 512.1 |
| | 09.08.2013 | 302.1 | 327.2 | 534.4 |
| Ortalama | | 306.9 | 344.1 | 531.2 |
| Eylül (2013) | 03.09.2013 | 313.5 | 320.0 | 483.3 |
| | 04.09.2013 | 320.3 | 327.6 | 476.6 |
| | 05.09.2013 | 313.1 | 352.2 | 467.7 |
| | 06.09.2013 | 319.3 | 359.2 | 469.5 |
| | 07.09.2013 | 310.3 | 354.5 | 459.0 |
| Ortalama | | 315.3 | 342.7 | 471.2 |
| Ekim (2013) | 04.10.2013 | 251.9 | 260.4 | 356.2 |
| | 05.10.2013 | 250.0 | 254.0 | 350.6 |
| | 06.10.2013 | 259.8 | 269.0 | 351.1 |
| | 07.10.2013 | 265.2 | 265.8 | 346.5 |
| | 08.10.2013 | 262.0 | 262.1 | 339.5 |
| Ortalama | | 257.8 | 262.3 | 348.8 |

* 2 tekerrürün ortalamasıdır

Ek-7 Çizelge-7. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2011, Başlangıç Dayanımı)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

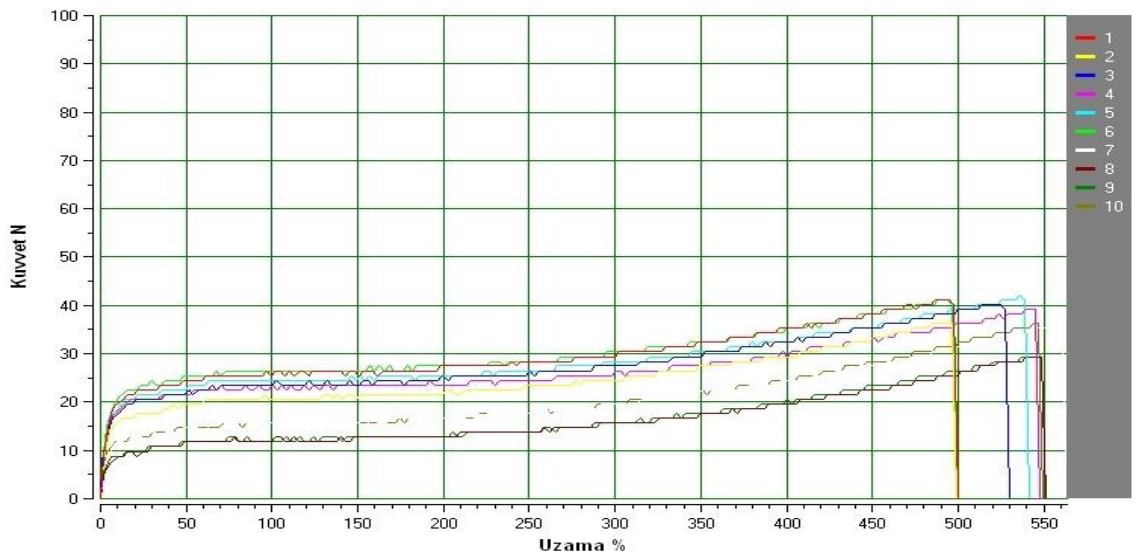
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 41.2 | 12.3 | 23.5 | 494.7 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 36.3 | 9.5 | 20.7 | 496.2 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 40.2 | 11.2 | 23.0 | 525.0 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 39.2 | 11.8 | 22.4 | 545.1 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 42.2 | 11.8 | 24.1 | 535.9 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 22.6 | 41.2 | 12.9 | 23.5 | 494.1 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 11.8 | 36.3 | 6.7 | 20.7 | 558.2 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 8.8 | 29.4 | 5.0 | 16.8 | 548.1 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 8.8 | 29.4 | 5.0 | 16.8 | 548.2 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 11.8 | 36.3 | 6.7 | 20.7 | 546.4 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.3 | 37.2 | 9.3 | 21.2 | 529.2 |



Ek-8 Çizelge-8. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2011, Başlangıç Dayanımı)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

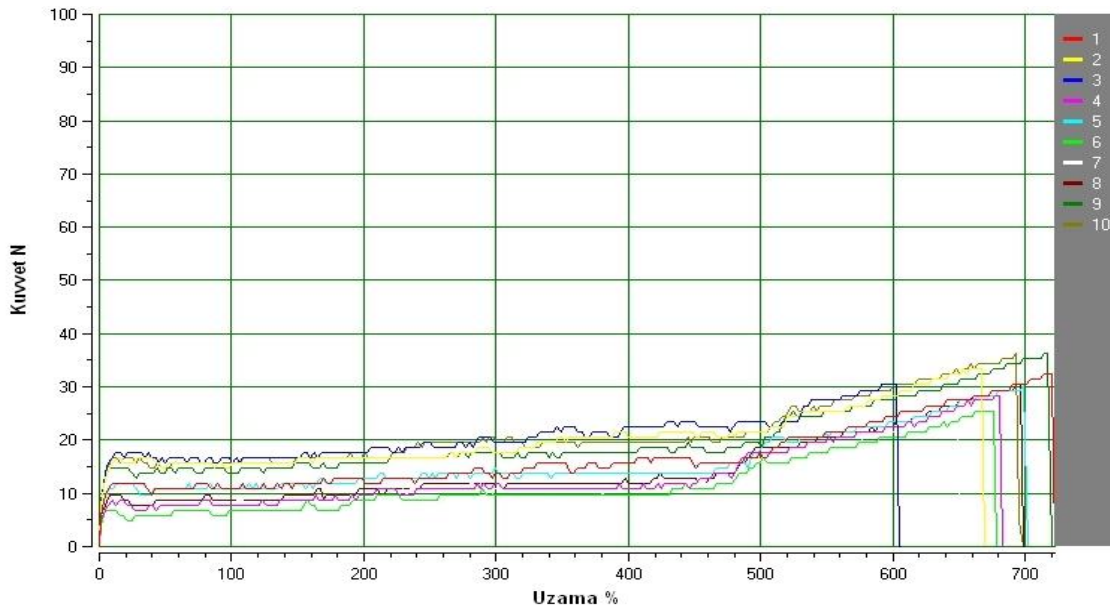
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 11.8 | 32.4 | 6.70 | 18.50 | 719.7 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 33.4 | 9.50 | 19.10 | 666.6 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 30.4 | 10.10 | 17.40 | 602.2 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 7.8 | 28.4 | 4.50 | 16.30 | 680.2 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 10.8 | 30.4 | 6.20 | 17.40 | 698.9 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 6.9 | 25.5 | 3.90 | 14.60 | 676.0 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 7.8 | 24.5 | 4.50 | 14.00 | 647.8 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 9.8 | 30.4 | 5.60 | 17.40 | 695.9 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 36.3 | 8.40 | 20.70 | 717.3 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 36.3 | 9.50 | 20.70 | 693.1 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 12.1 | 30.8 | 6.9 | 17.6 | 679.8 |



Ek-9 Çizelge-9. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2011, Başlangıç Dayanımı)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

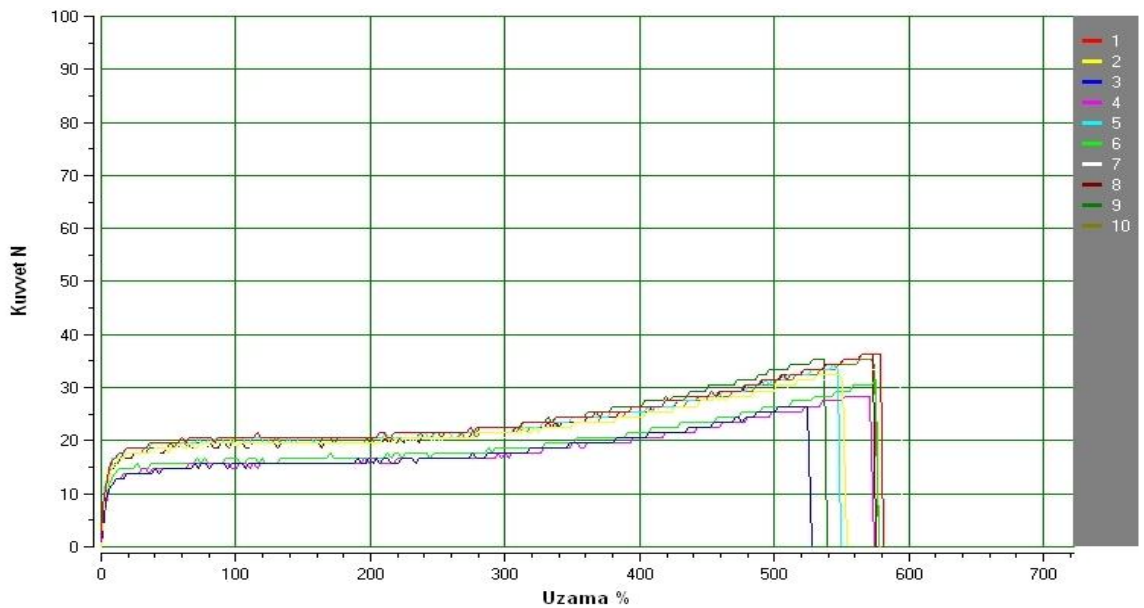
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 36.3 | 10.10 | 20.70 | 578.6 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 32.4 | 9.50 | 18.50 | 548.0 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 12.8 | 26.5 | 7.30 | 15.10 | 525.0 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 12.8 | 28.4 | 7.30 | 16.30 | 571.1 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 34.3 | 9.50 | 19.60 | 544.3 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 31.4 | 8.40 | 17.90 | 574.8 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 34.3 | 10.10 | 19.60 | 590.8 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 36.3 | 9.50 | 20.70 | 573.0 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 35.3 | 9.00 | 20.20 | 536.8 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 35.3 | 10.10 | 20.20 | 571.8 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.9 | 33.1 | 9.1 | 18.9 | 561.4 |



Ek-10 Çizelge-10. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2011, Başlangıç Dayanımı)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

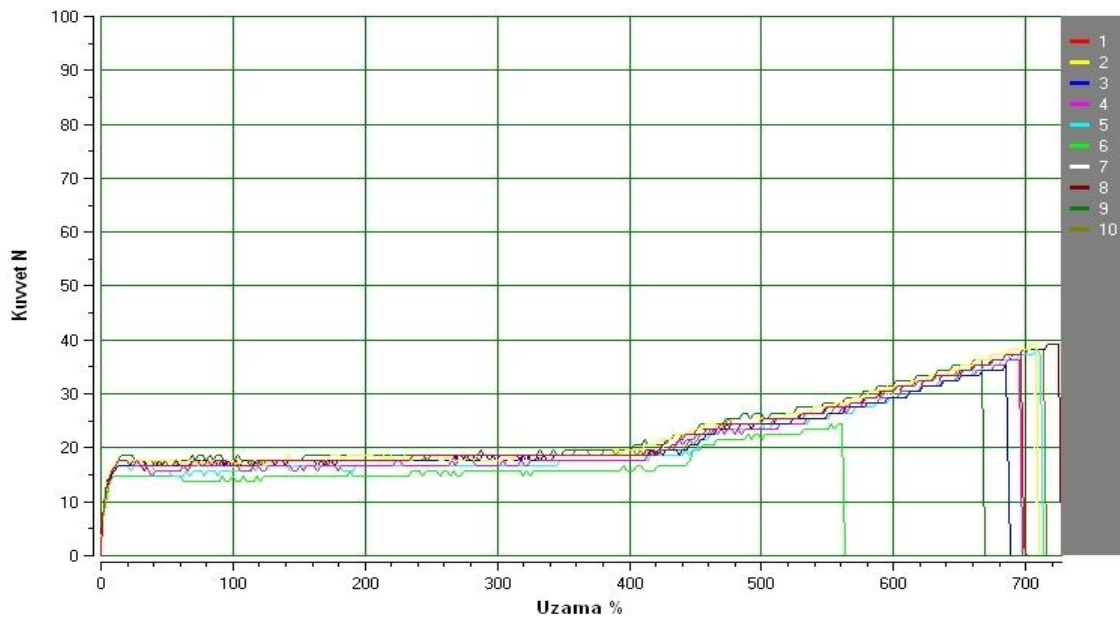
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 37.3 | 10.10 | 21.30 | 695.9 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 39.2 | 10.10 | 22.40 | 707.5 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 35.3 | 9.50 | 20.20 | 685.4 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 36.3 | 9.00 | 20.70 | 695.2 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 38.3 | 9.50 | 21.90 | 708.6 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 24.5 | 8.40 | 14.00 | 561.1 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 38.3 | 9.00 | 21.90 | 703.3 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 39.2 | 10.10 | 22.40 | 724.7 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 36.3 | 10.70 | 20.70 | 666.6 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 38.3 | 10.10 | 21.90 | 713.4 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.9 | 36.3 | 9.7 | 20.7 | 686.2 |



Ek-11 Çizelge-11. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Şubat 2012, 3.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

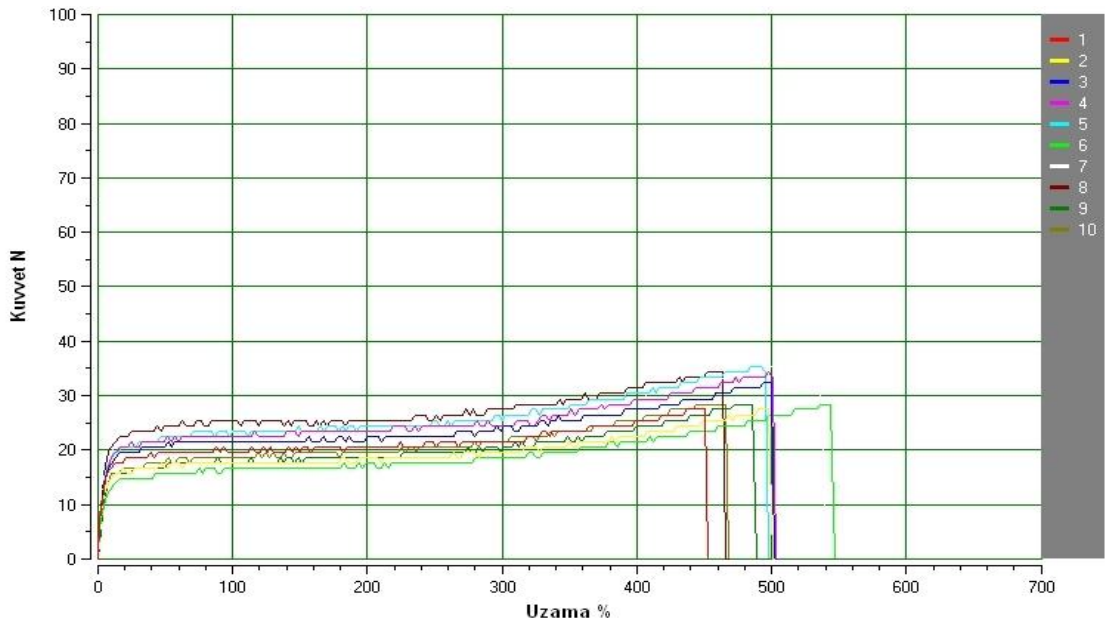
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 27.5 | 10.10 | 15.70 | 450.3 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 27.5 | 9.00 | 15.70 | 498.1 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 32.4 | 11.20 | 18.50 | 499.2 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 34.3 | 11.80 | 19.60 | 497.7 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 35.3 | 11.20 | 20.20 | 492.3 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 28.4 | 8.40 | 16.30 | 544.0 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 37.3 | 11.80 | 21.30 | 535.0 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 22.6 | 34.3 | 12.90 | 19.60 | 463.4 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 28.4 | 9.00 | 16.30 | 485.7 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 28.4 | 9.00 | 16.30 | 465.5 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.3 | 31.4 | 10.4 | 17.9 | 493.1 |



Ek-12 Çizelge-12. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Şubat 2012, 3.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

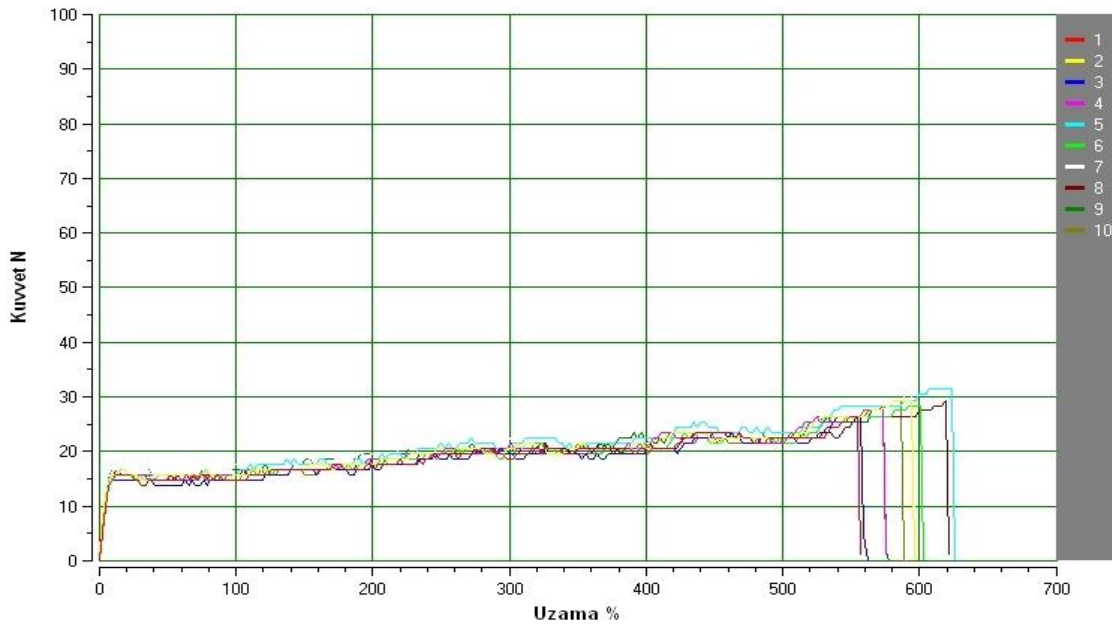
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 26.5 | 9.00 | 15.10 | 554.1 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 593.8 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 26.5 | 8.40 | 15.10 | 556.2 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 27.5 | 9.00 | 15.70 | 573.1 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 31.4 | 9.00 | 17.90 | 623.3 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 28.4 | 9.00 | 16.30 | 600.2 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 31.4 | 9.50 | 17.90 | 594.5 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 618.8 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 28.4 | 9.50 | 16.30 | 572.7 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 586.0 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.8 | 28.8 | 9.0 | 16.5 | 587.3 |



Ek-13 Çizelge-13. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Şubat 2012, 3.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

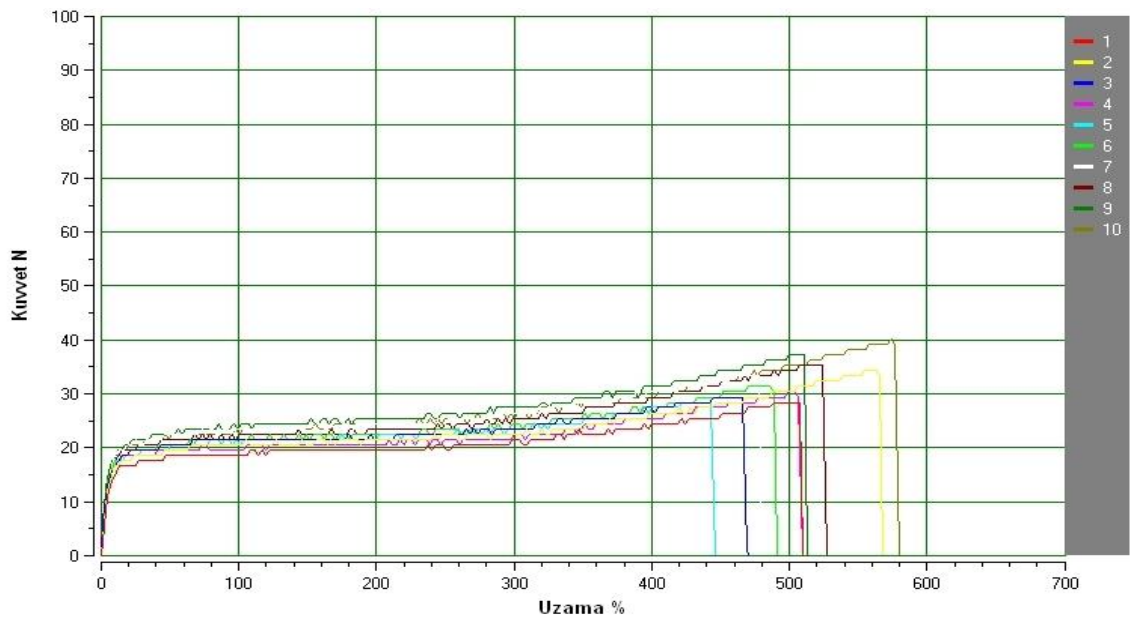
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 28.4 | 9.50 | 16.30 | 507.3 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 34.3 | 9.50 | 19.60 | 562.8 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 29.4 | 10.70 | 16.80 | 466.3 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 30.4 | 10.70 | 17.40 | 504.1 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 28.4 | 10.10 | 16.30 | 443.1 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 31.4 | 10.10 | 17.90 | 485.9 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 33.4 | 11.20 | 19.10 | 477.4 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 35.3 | 11.20 | 20.20 | 523.9 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 37.3 | 11.20 | 21.30 | 510.4 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 40.2 | 10.70 | 23.00 | 574.4 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.3 | 32.9 | 10.5 | 18.8 | 505.6 |



Ek-14 Çizelge-14. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Şubat 2012, 3.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

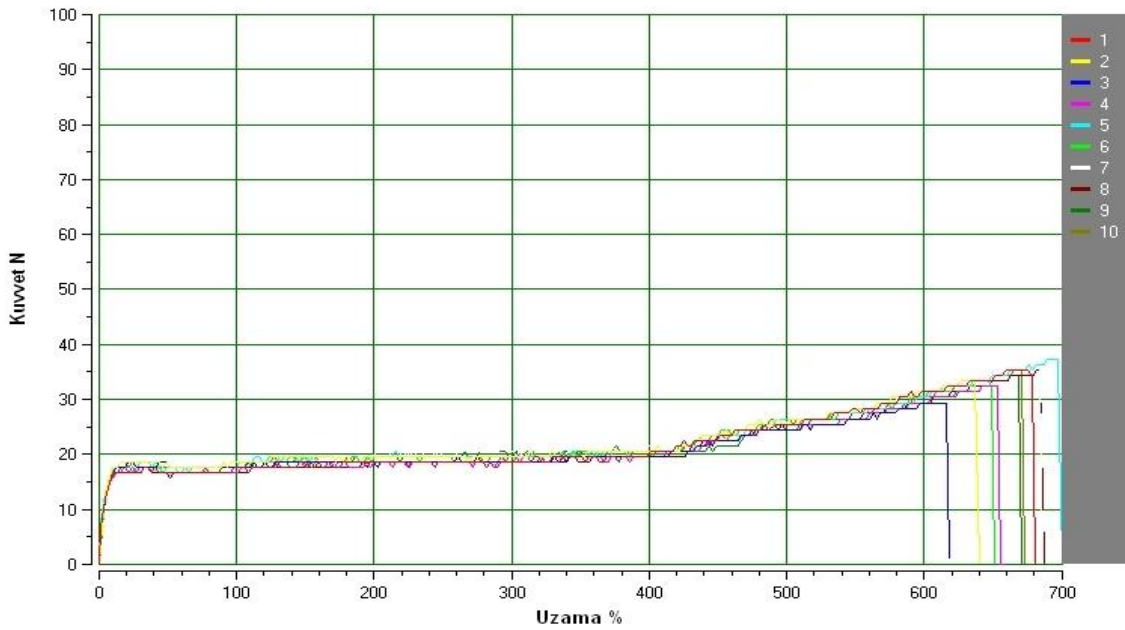
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 35.3 | 9.50 | 20.20 | 675.4 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 33.4 | 10.10 | 19.10 | 636.9 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 615.7 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 32.4 | 9.50 | 18.50 | 653.1 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 37.3 | 10.10 | 21.30 | 697.2 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 33.4 | 10.10 | 19.10 | 646.3 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 36.3 | 10.70 | 20.70 | 683.7 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 35.3 | 9.50 | 20.20 | 684.3 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 34.3 | 9.50 | 19.60 | 668.5 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 35.3 | 10.70 | 20.20 | 670.5 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.5 | 34.2 | 10.0 | 19.6 | 663.2 |



Ek-15 Çizelge-15. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Mayıs 2012, 6.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

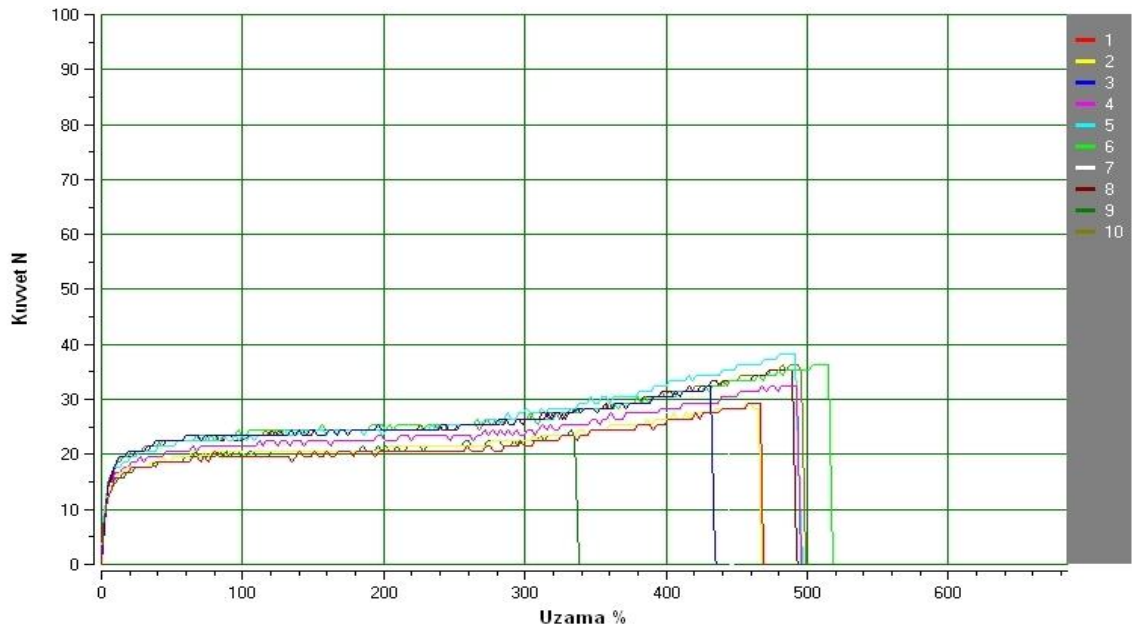
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 466.5 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 29.4 | 9.50 | 16.80 | 459.9 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 32.4 | 11.20 | 18.50 | 431.5 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 32.4 | 9.50 | 18.50 | 492.7 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 38.3 | 10.10 | 21.90 | 491.0 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 36.3 | 11.20 | 20.70 | 514.8 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 443.1 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 35.3 | 11.20 | 20.20 | 489.7 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 24.5 | 9.00 | 14.00 | 332.8 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 36.3 | 10.70 | 20.70 | 493.1 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.8 | 32.4 | 10.2 | 18.5 | 461.5 |



Ek-16 Çizelge-16. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Mayıs 2012, 6.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

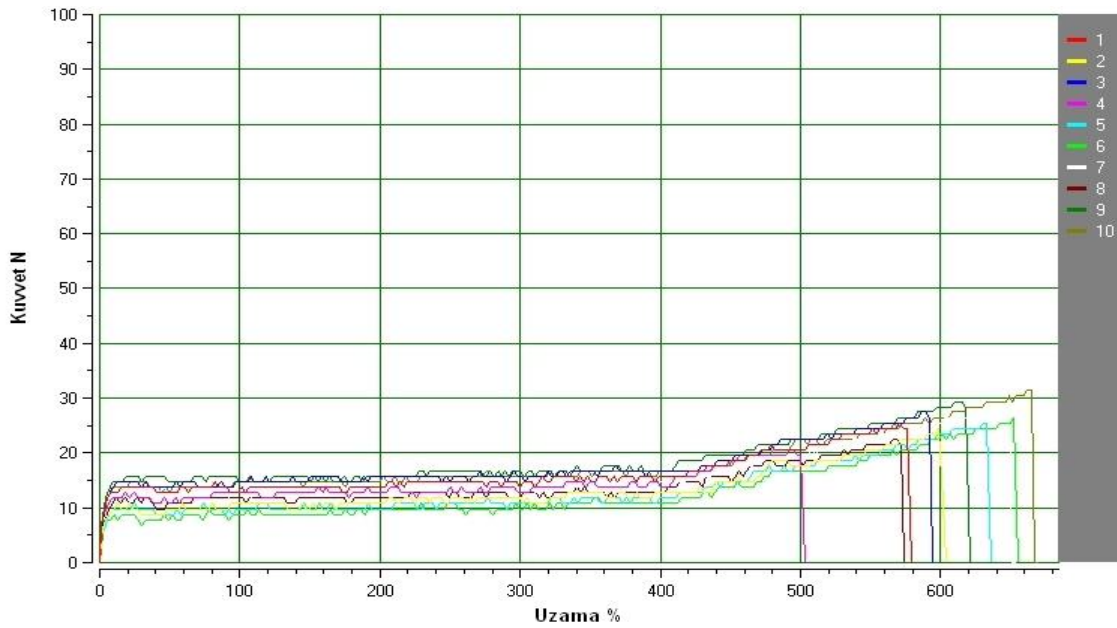
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 12.8 | 25.5 | 7.30 | 14.60 | 571.0 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 9.8 | 24.5 | 5.60 | 14.00 | 598.7 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 27.5 | 8.40 | 15.70 | 588.8 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 11.8 | 20.6 | 6.70 | 11.80 | 495.1 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 9.8 | 25.5 | 5.60 | 14.60 | 632.9 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 7.8 | 26.5 | 4.50 | 15.10 | 652.4 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 12.8 | 28.4 | 7.30 | 16.30 | 648.5 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 10.8 | 22.6 | 6.20 | 12.90 | 568.7 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 29.4 | 8.40 | 16.80 | 615.5 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 13.7 | 31.4 | 7.80 | 17.90 | 664.8 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 11.9 | 26.2 | 6.8 | 15.0 | 603.6 |



Ek-17 Çizelge-17. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Mayıs 2012, 6.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

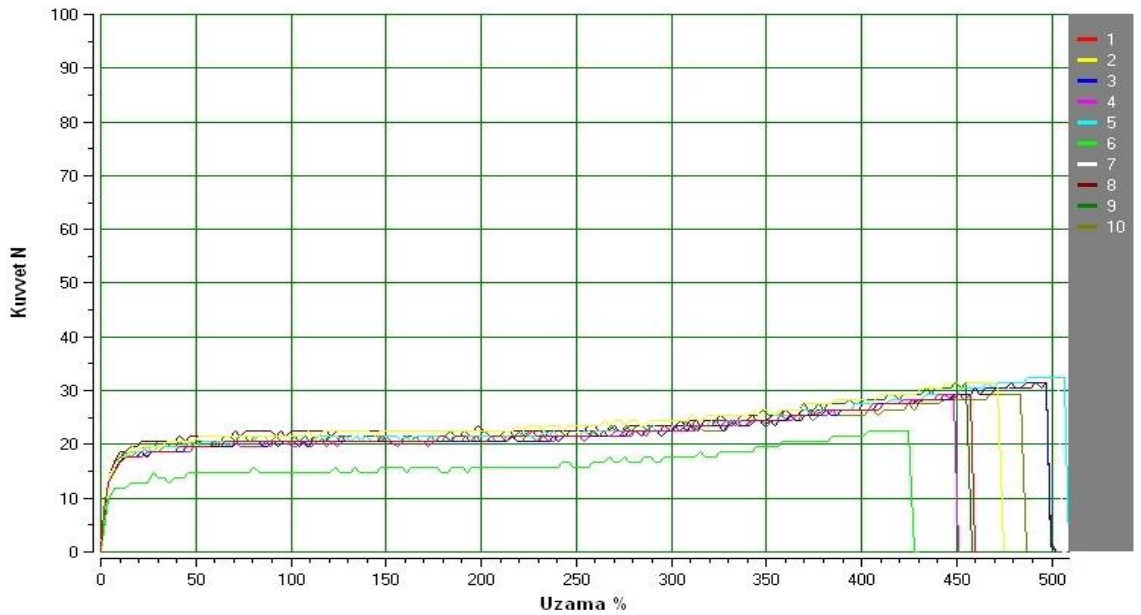
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 457.1 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 31.4 | 10.10 | 17.90 | 469.1 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 31.4 | 10.10 | 17.90 | 497.3 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 448.6 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 32.4 | 10.70 | 18.50 | 506.5 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 11.8 | 22.6 | 6.70 | 12.90 | 424.9 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 32.4 | 10.70 | 18.50 | 503.4 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 31.4 | 10.70 | 17.90 | 497.1 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 31.4 | 10.70 | 17.90 | 455.0 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 484.0 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.5 | 30.1 | 10.0 | 17.2 | 474.3 |



Ek-18 Çizelge-18. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Mayıs 2012, 6.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

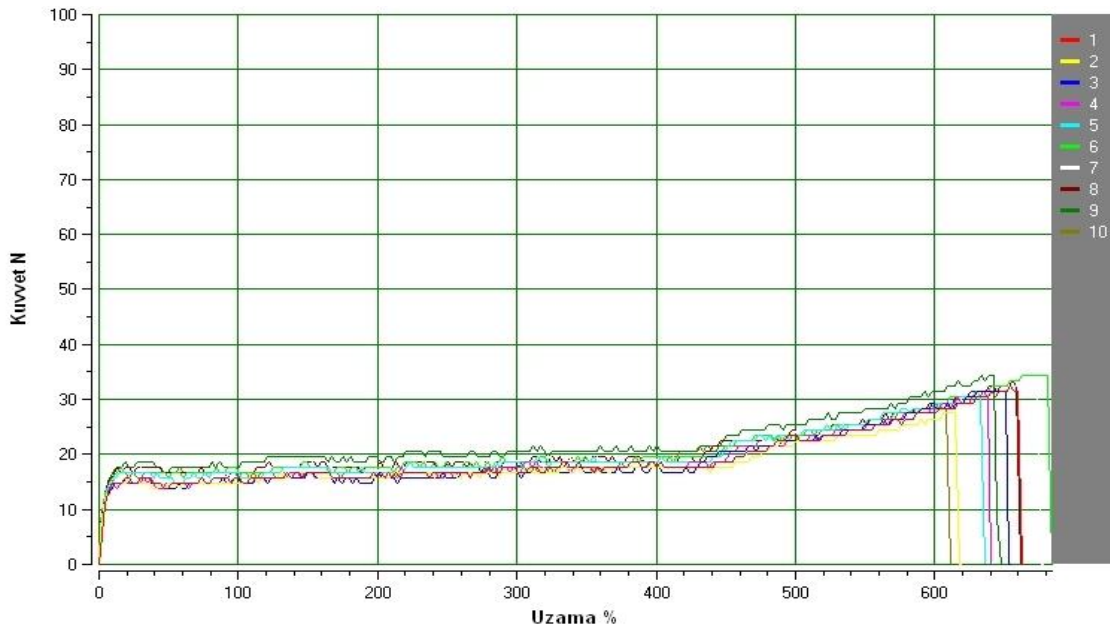
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 32.4 | 8.40 | 18.50 | 654.4 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 27.5 | 8.40 | 15.70 | 614.4 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 31.4 | 8.40 | 17.90 | 650.4 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 13.7 | 31.4 | 7.80 | 17.90 | 635.0 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 31.4 | 8.40 | 17.90 | 630.2 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 34.3 | 9.50 | 19.60 | 681.2 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 34.3 | 9.00 | 19.60 | 671.2 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 33.4 | 9.00 | 19.10 | 655.9 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 34.3 | 10.10 | 19.60 | 642.0 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 602.8 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.4 | 32.0 | 8.8 | 18.3 | 643.7 |



Ek-19 Çizelge-19. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Ağustos 2012, 9.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

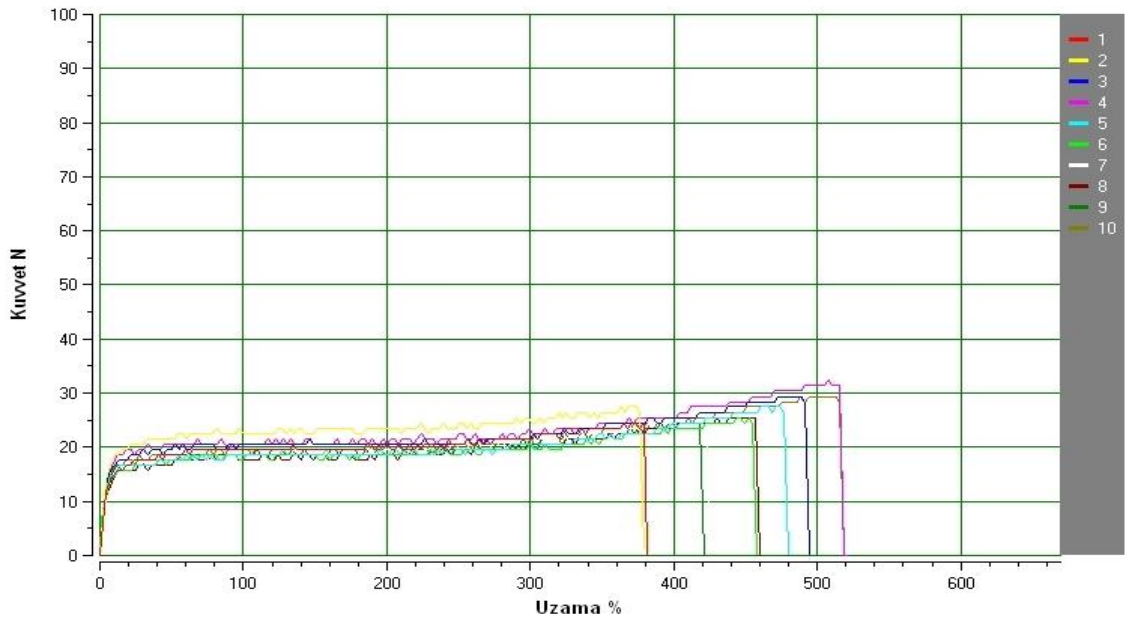
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 24.5 | 9.00 | 14.00 | 378.9 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 27.5 | 10.70 | 15.70 | 373.9 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 489.0 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 32.4 | 10.70 | 18.50 | 507.8 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 27.5 | 8.40 | 15.70 | 473.9 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 25.5 | 9.00 | 14.60 | 452.3 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 26.5 | 9.50 | 15.10 | 422.6 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 25.5 | 9.00 | 14.60 | 457.3 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 24.5 | 9.00 | 14.00 | 418.2 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 29.4 | 9.50 | 16.80 | 513.0 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.6 | 27.3 | 9.5 | 15.6 | 448.7 |



Ek-20 Çizelge-20. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Ağustos 2012, 9.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

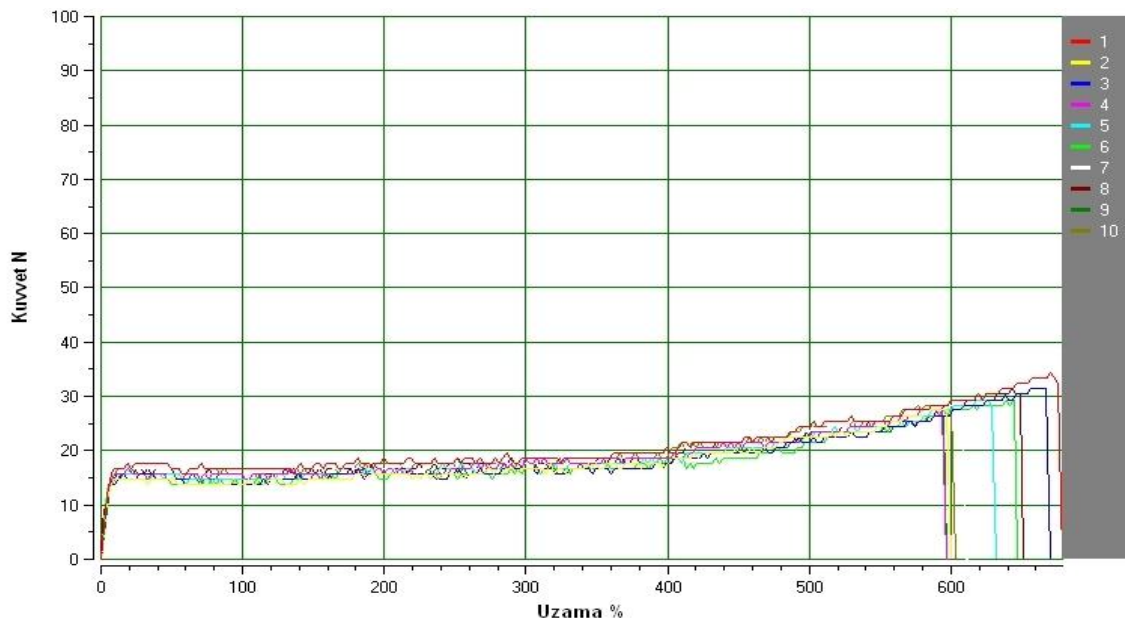
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm²)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 34.3 | 9.50 | 19.60 | 670.3 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 27.5 | 8.40 | 15.70 | 596.7 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 13.7 | 31.4 | 7.80 | 17.90 | 667.3 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 27.5 | 9.00 | 15.70 | 594.1 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 29.4 | 8.40 | 16.80 | 626.5 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 29.4 | 8.40 | 16.80 | 644.1 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 29.4 | 9.50 | 16.80 | 607.6 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 31.4 | 9.00 | 17.90 | 643.4 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 26.5 | 8.40 | 15.10 | 594.3 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 28.4 | 9.50 | 16.30 | 600.4 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.4 | 29.5 | 8.8 | 16.9 | 624.5 |



Ek-21 Çizelge-21. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Ağustos 2012, 9.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

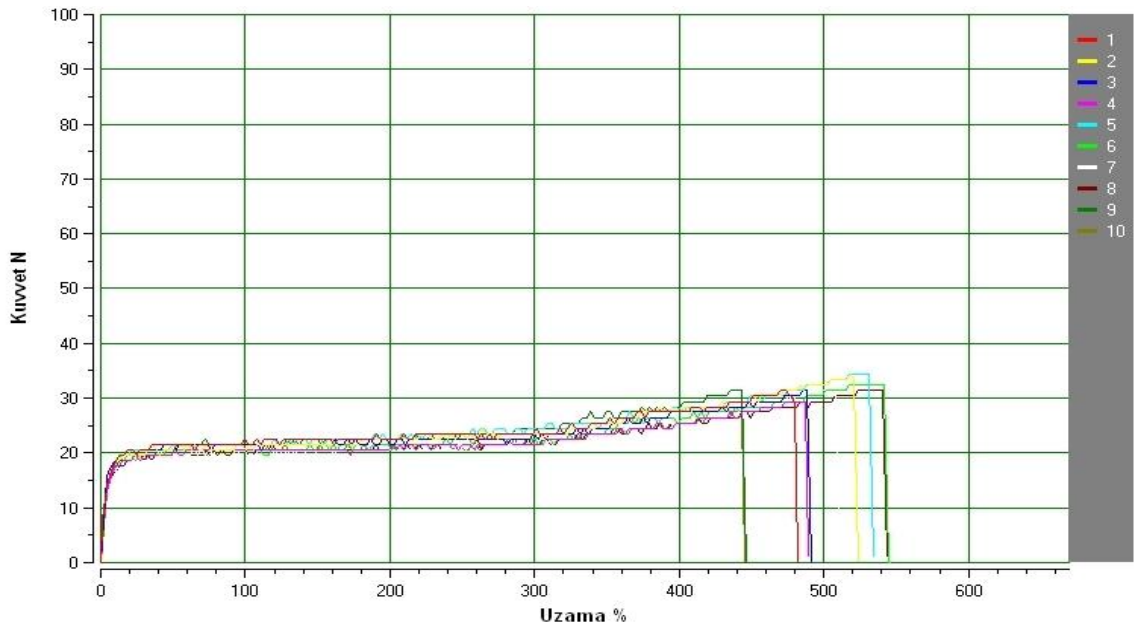
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm²)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 31.4 | 11.20 | 17.90 | 473.0 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 34.3 | 10.70 | 19.60 | 518.4 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 31.4 | 11.20 | 17.90 | 488.7 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 486.8 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 34.3 | 11.20 | 19.60 | 531.3 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 32.4 | 10.70 | 18.50 | 541.6 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 31.4 | 9.50 | 17.90 | 508.2 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 31.4 | 10.10 | 17.90 | 540.5 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 31.4 | 10.70 | 17.90 | 443.6 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 27.5 | 10.10 | 15.70 | 442.7 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.4 | 31.5 | 10.6 | 18.0 | 497.5 |



Ek-22 Çizelge-22. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Ağustos 2012, 9.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

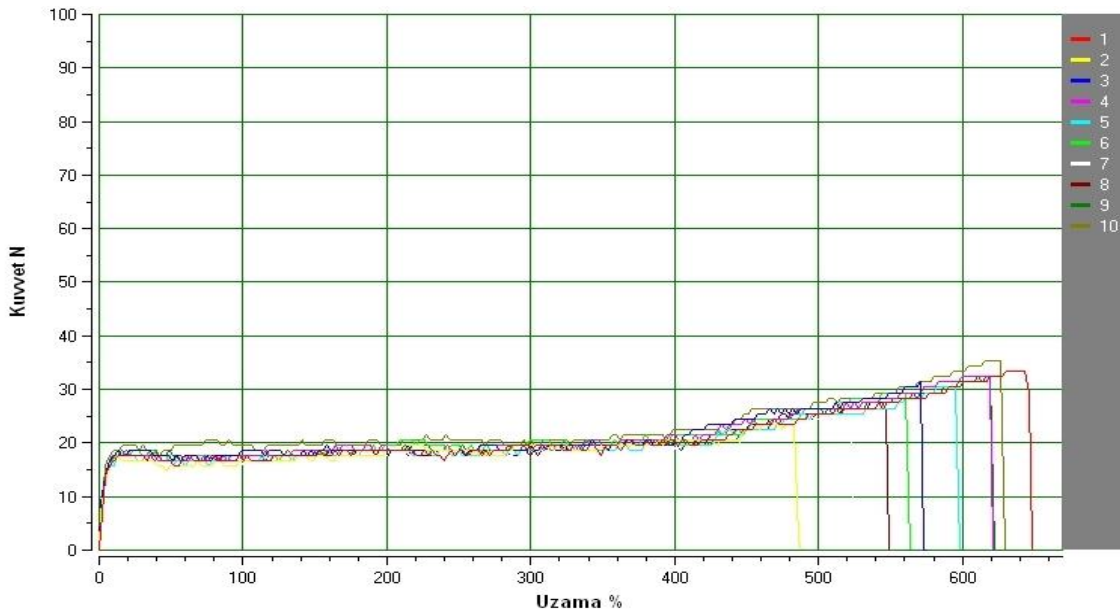
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 33.4 | 10.10 | 19.10 | 643.4 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 23.5 | 9.50 | 13.50 | 483.3 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 31.4 | 10.10 | 17.90 | 570.9 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 32.4 | 10.10 | 18.50 | 619.0 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 30.4 | 9.00 | 17.40 | 595.6 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 560.7 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 25.5 | 9.00 | 14.60 | 518.9 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 27.5 | 10.10 | 15.70 | 544.1 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 32.4 | 10.10 | 18.50 | 619.4 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 35.3 | 10.70 | 20.20 | 626.6 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.3 | 30.1 | 9.9 | 17.2 | 578.2 |



Ek-23 Çizelge-23. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2012, 12.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

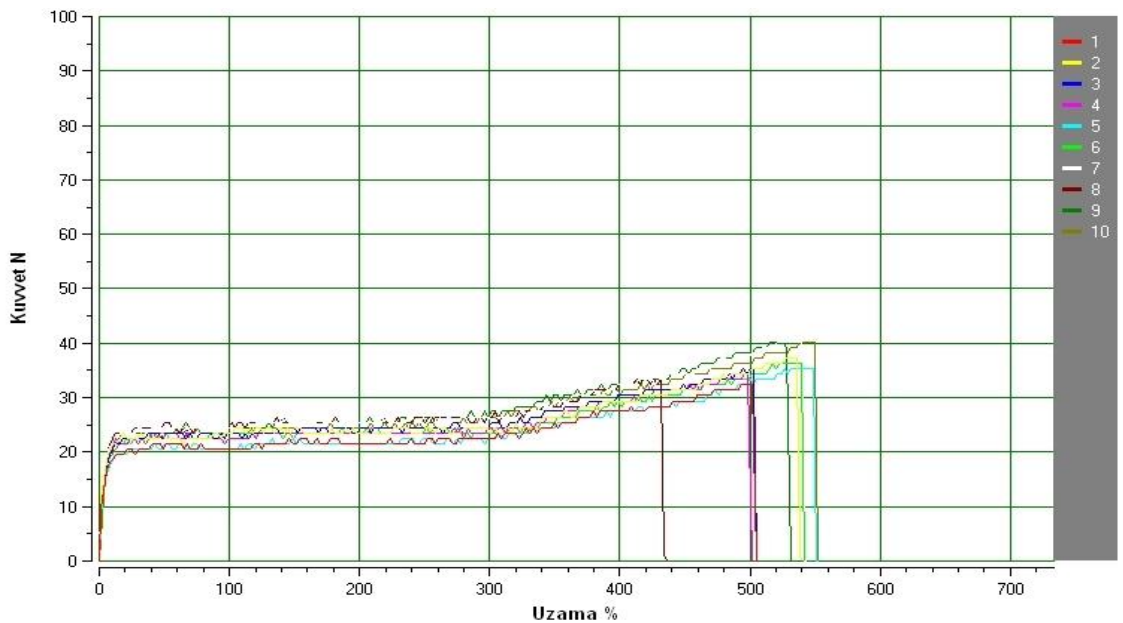
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 32.4 | 11.20 | 18.50 | 501.7 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 37.3 | 12.30 | 21.30 | 535.7 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 35.3 | 12.30 | 20.20 | 502.9 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 34.3 | 12.30 | 19.60 | 498.7 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 35.3 | 11.20 | 20.20 | 548.4 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 36.3 | 12.30 | 20.70 | 539.0 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 23.5 | 41.2 | 13.50 | 23.50 | 528.7 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 23.5 | 33.4 | 13.50 | 19.10 | 431.4 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 40.2 | 12.30 | 23.00 | 525.8 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 40.2 | 12.30 | 23.00 | 550.0 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 36.6 | 12.3 | 20.9 | 516.2 |



Ek-24 Çizelge-24. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2012, 12.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

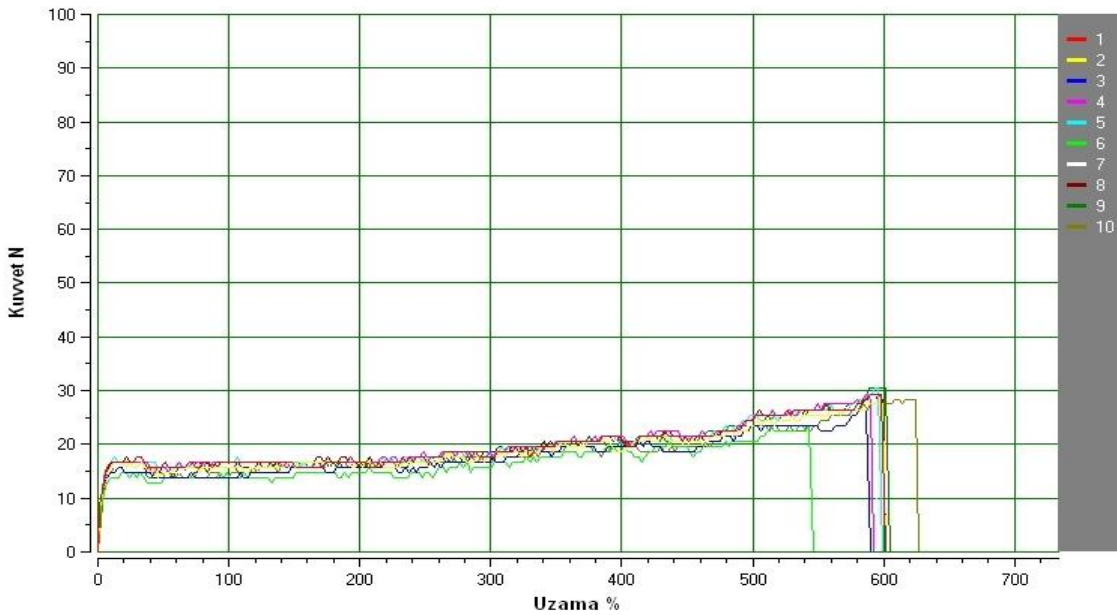
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 29.4 | 9.50 | 16.80 | 598.2 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 27.5 | 9.50 | 15.70 | 599.1 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 26.5 | 8.40 | 15.10 | 586.8 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 29.4 | 9.50 | 16.80 | 587.0 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 30.4 | 9.50 | 17.40 | 596.2 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 13.7 | 23.5 | 7.80 | 13.50 | 543.3 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 28.4 | 9.00 | 16.30 | 593.4 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 29.4 | 9.50 | 16.80 | 596.4 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 30.4 | 9.00 | 17.40 | 601.7 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 28.4 | 8.40 | 16.30 | 624.6 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.8 | 28.4 | 9.0 | 16.2 | 592.7 |



Ek-25 Çizelge-25. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2012, 12.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

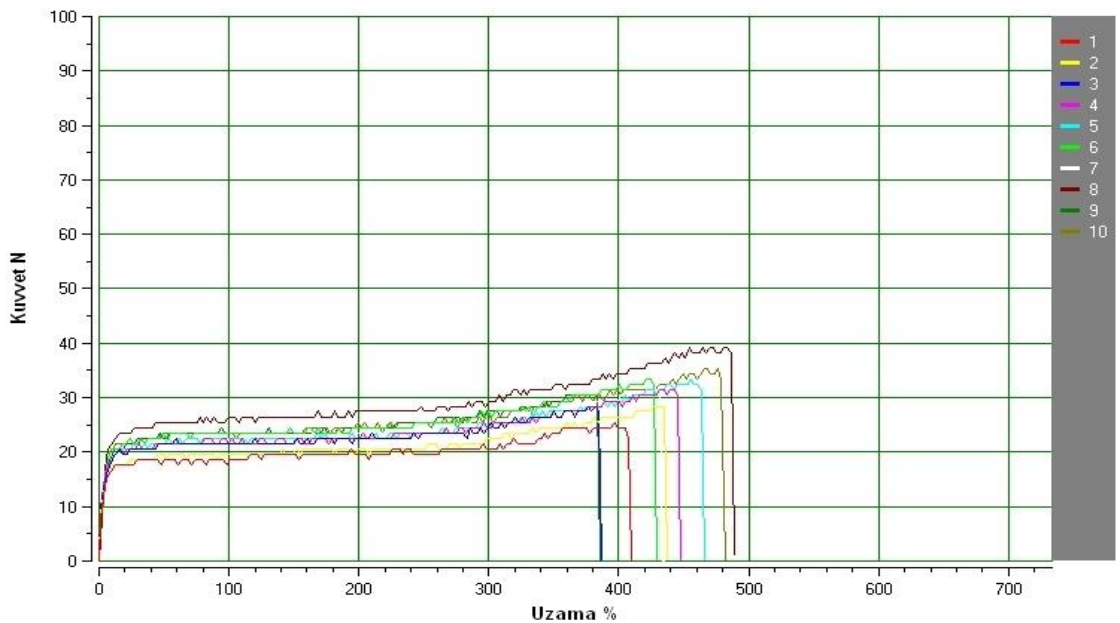
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 25.5 | 10.10 | 14.60 | 396.6 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 28.4 | 10.10 | 16.30 | 434.8 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 28.4 | 11.20 | 16.30 | 382.0 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 31.4 | 11.20 | 17.90 | 442.9 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 33.4 | 11.80 | 19.10 | 455.6 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 33.4 | 11.80 | 19.10 | 424.5 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 31.4 | 11.20 | 17.90 | 431.1 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 23.5 | 39.2 | 13.50 | 22.40 | 483.5 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 30.4 | 11.80 | 17.40 | 383.6 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 35.3 | 12.30 | 20.20 | 476.3 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.1 | 31.7 | 11.5 | 18.1 | 431.1 |



Ek-26 Çizelge-26. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2012, 12.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

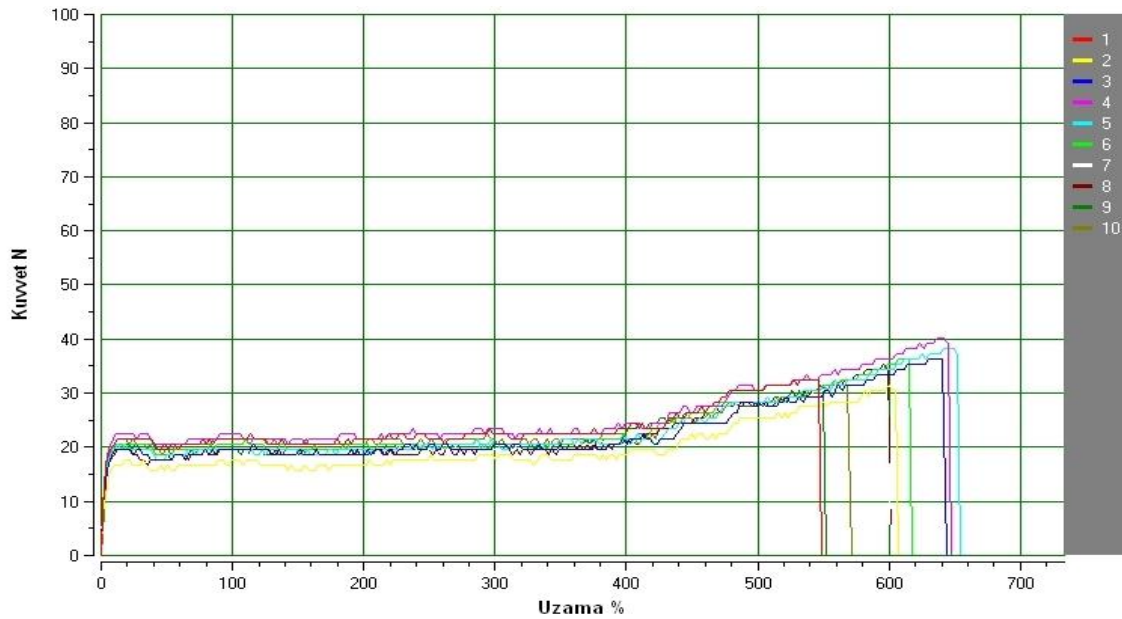
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 32.4 | 12.30 | 18.50 | 546.0 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 31.4 | 9.50 | 17.90 | 599.8 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 36.3 | 11.20 | 20.70 | 640.3 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 22.6 | 40.2 | 12.90 | 23.00 | 642.1 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 38.3 | 11.20 | 21.90 | 649.3 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 36.3 | 11.80 | 20.70 | 615.3 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 34.3 | 11.20 | 19.60 | 598.4 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 35.3 | 11.20 | 20.20 | 596.1 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 31.4 | 11.20 | 17.90 | 547.3 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 32.4 | 12.30 | 18.50 | 563.2 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.1 | 34.8 | 11.5 | 19.9 | 599.8 |



Ek-27 Çizelge-27. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Şubat 2013, 15.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

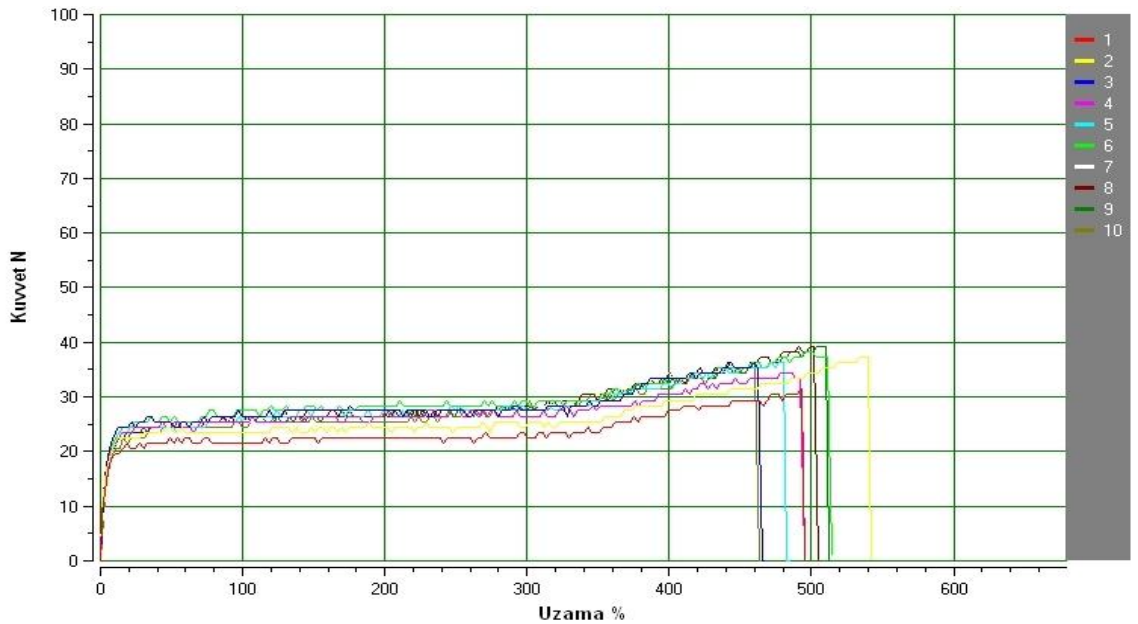
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 31.4 | 11.20 | 17.90 | 492.8 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 22.6 | 37.3 | 12.90 | 21.30 | 539.7 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 24.5 | 36.3 | 14.00 | 20.70 | 459.8 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 23.5 | 34.3 | 13.50 | 19.60 | 486.6 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 23.5 | 36.3 | 13.50 | 20.70 | 480.4 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 24.5 | 38.3 | 14.00 | 21.90 | 500.9 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 23.5 | 37.3 | 13.50 | 21.30 | 479.9 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 22.6 | 39.2 | 12.90 | 22.40 | 502.0 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 22.6 | 39.2 | 12.90 | 22.40 | 509.6 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 35.3 | 11.80 | 20.20 | 460.2 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 22.8 | 36.5 | 13.0 | 20.8 | 491.2 |



Ek-28 Çizelge-28. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Şubat 2013, 15.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

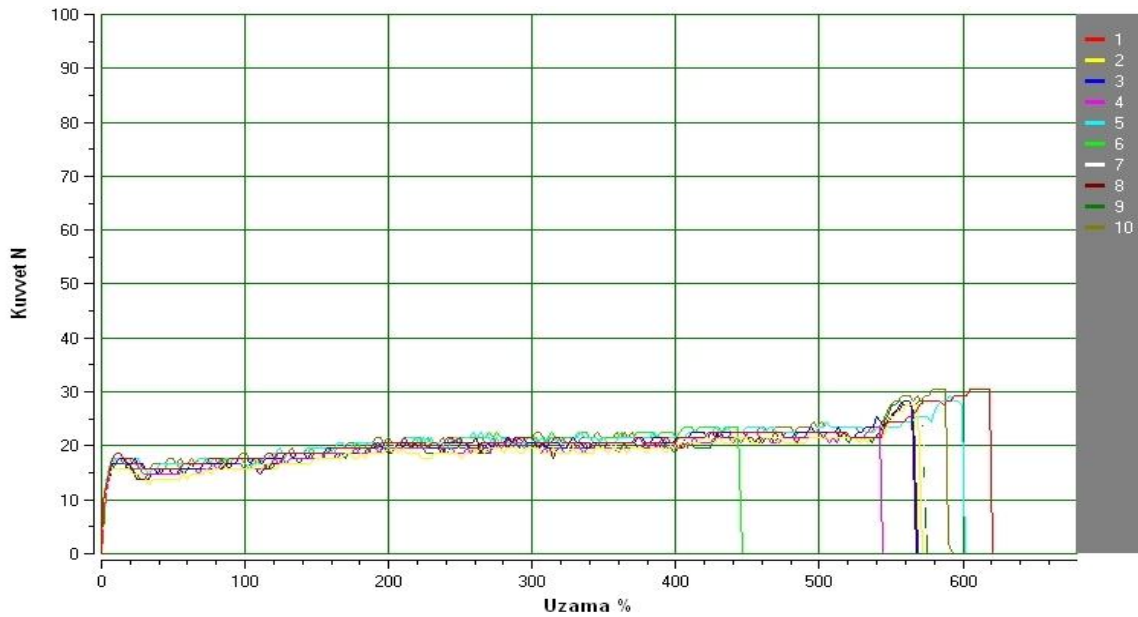
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 30.4 | 10.70 | 17.40 | 618.1 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 27.5 | 9.00 | 15.70 | 568.9 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 28.4 | 9.50 | 16.30 | 561.9 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 23.5 | 9.50 | 13.50 | 541.7 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 591.0 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 23.5 | 10.10 | 13.50 | 443.5 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 27.5 | 9.50 | 15.70 | 572.0 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 27.5 | 9.00 | 15.70 | 563.0 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 28.4 | 9.50 | 16.30 | 572.0 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 30.4 | 10.10 | 17.40 | 587.3 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.0 | 27.7 | 9.7 | 15.8 | 561.9 |



Ek-29 Çizelge-29. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Şubat 2013, 15.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

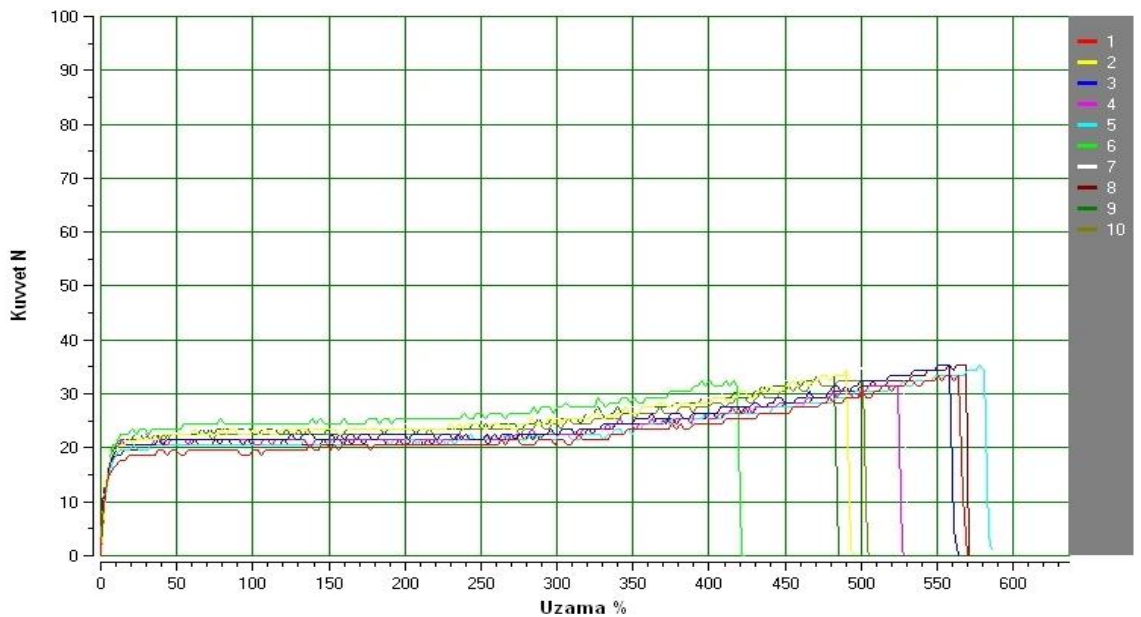
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 33.4 | 10.10 | 19.10 | 564.0 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 34.3 | 11.80 | 19.60 | 490.6 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 35.3 | 11.80 | 20.20 | 558.4 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 31.4 | 11.80 | 17.90 | 524.4 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 35.3 | 11.20 | 20.20 | 578.3 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 32.4 | 11.80 | 18.50 | 416.4 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 36.3 | 11.80 | 20.70 | 525.5 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 35.3 | 10.70 | 20.20 | 568.6 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 33.4 | 11.80 | 19.10 | 482.0 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 32.4 | 12.30 | 18.50 | 501.3 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.1 | 33.9 | 11.5 | 19.4 | 520.9 |



Ek-30 Çizelge-30. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Şubat 2013, 15.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

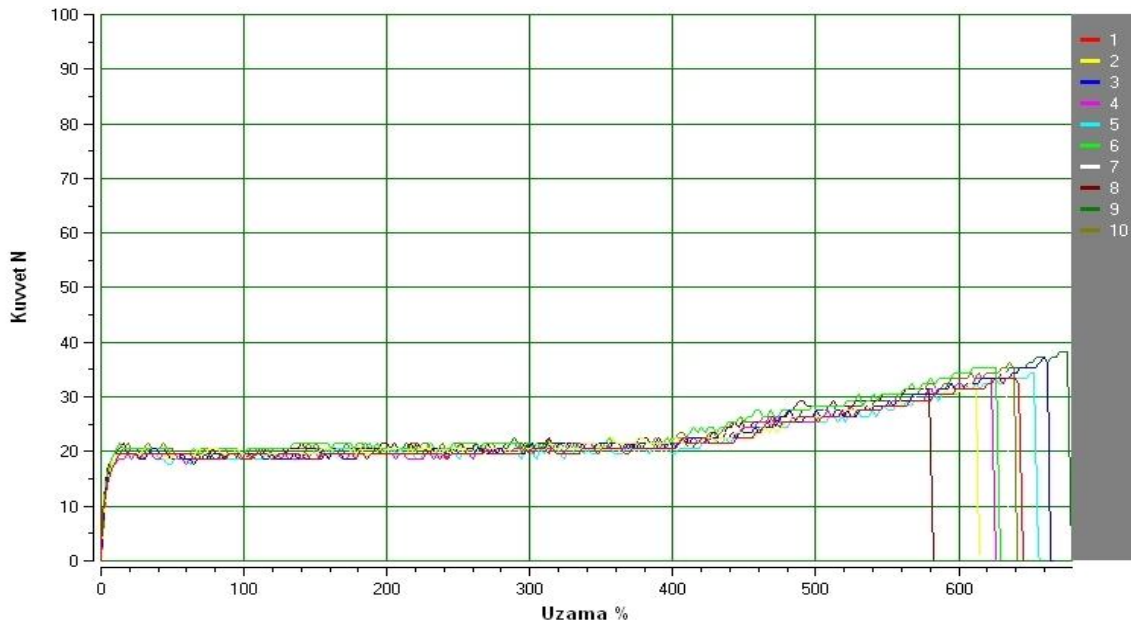
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm²)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 33.4 | 11.20 | 19.10 | 639.4 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 32.4 | 11.20 | 18.50 | 609.3 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 37.3 | 11.20 | 21.30 | 659.5 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 33.4 | 10.70 | 19.10 | 623.3 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 34.3 | 11.20 | 19.60 | 652.5 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 35.3 | 11.80 | 20.20 | 626.3 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 34.3 | 11.20 | 19.60 | 632.9 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 31.4 | 11.80 | 17.90 | 579.4 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 38.3 | 11.20 | 21.90 | 676.3 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 36.3 | 11.80 | 20.70 | 635.6 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.8 | 34.6 | 11.3 | 19.8 | 633.5 |



Ek-31 Çizelge-31. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Mayıs 2013, 18.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

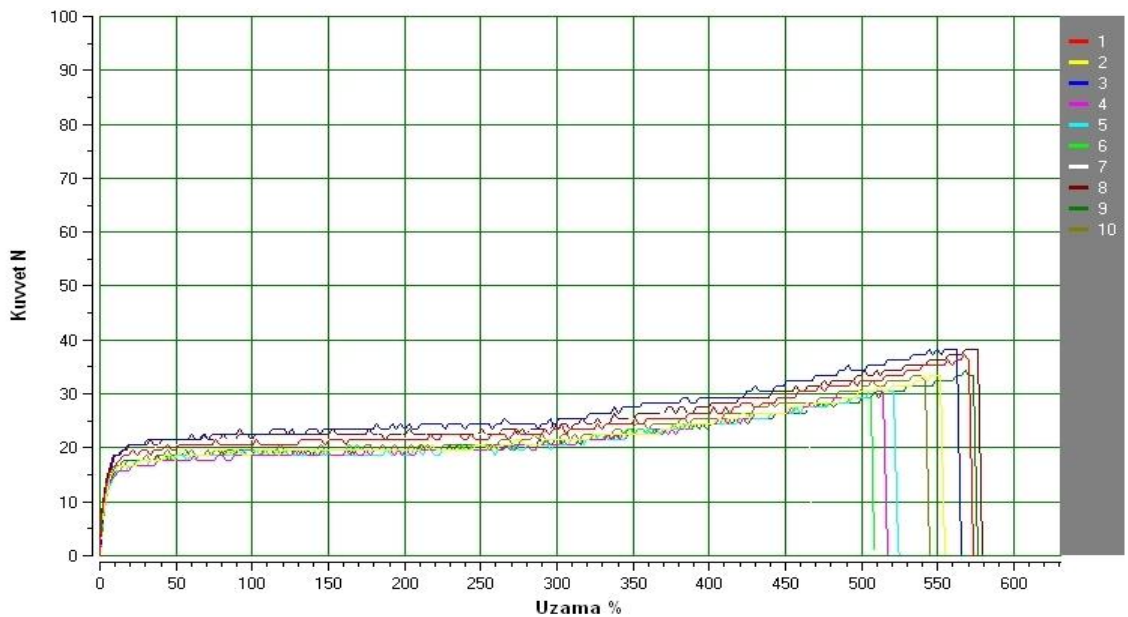
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 33.4 | 9.50 | 19.10 | 551.4 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 38.3 | 10.70 | 21.90 | 562.8 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 30.4 | 9.00 | 17.40 | 514.5 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 30.4 | 9.00 | 17.40 | 521.0 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 506.0 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 29.4 | 10.70 | 16.80 | 465.3 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 38.3 | 10.70 | 21.90 | 576.2 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 34.3 | 10.10 | 19.60 | 568.1 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 33.4 | 9.50 | 19.10 | 539.0 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | | | | | |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 37.3 | 10.7 | 21.3 | 567.9 |



Ek-32 Çizelge-32. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Mayıs 2013, 18.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

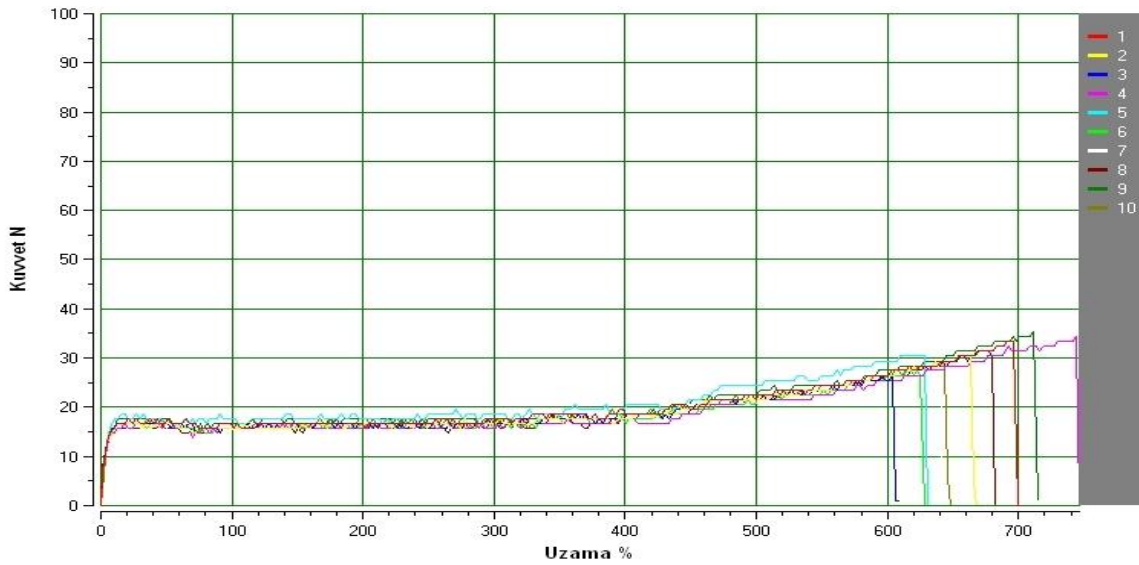
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm²)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 30.4 | 9.50 | 17.40 | 662.8 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 26.5 | 9.50 | 15.10 | 604.0 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 34.3 | 8.40 | 19.60 | 743.7 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 30.4 | 10.10 | 17.40 | 628.1 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 27.5 | 9.50 | 15.70 | 622.8 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 27.5 | 9.00 | 15.70 | 639.8 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 31.4 | 9.00 | 17.90 | 676.9 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 35.3 | 9.00 | 20.20 | 711.8 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 28.4 | 9.50 | 16.30 | 643.0 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | | | | | |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 33.4 | 9.5 | 19.1 | 696.6 |



Ek-33 Çizelge-33. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Mayıs 2013, 18.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

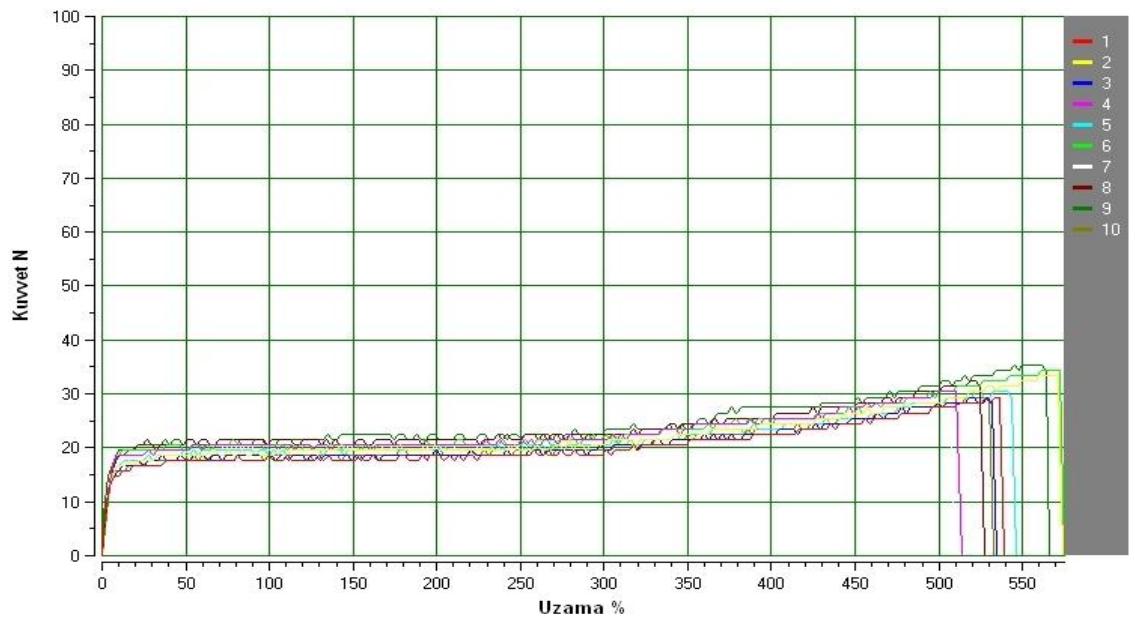
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 33.4 | 9.50 | 19.10 | 571.4 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 29.4 | 9.50 | 16.80 | 528.8 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 30.4 | 10.70 | 17.40 | 510.5 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 30.4 | 10.10 | 17.40 | 540.6 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 34.3 | 11.20 | 19.60 | 572.4 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 29.4 | 10.10 | 16.80 | 503.6 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 32.4 | 10.70 | 18.50 | 521.5 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 35.3 | 11.20 | 20.20 | 561.1 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 530.1 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | | | | | |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 29.4 | 8.4 | 16.8 | 536.4 |



Ek-34 Çizelge-34. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Mayıs 2013, 18.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

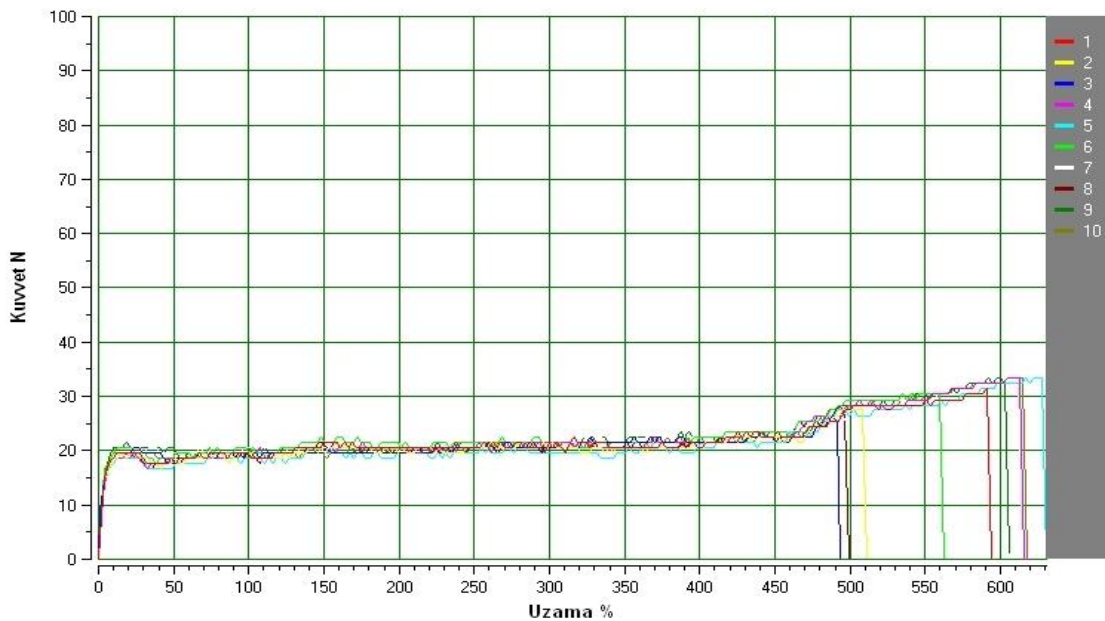
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm²)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 27.5 | 10.70 | 15.70 | 508.7 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 26.5 | 11.20 | 15.10 | 488.3 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 33.4 | 10.70 | 19.10 | 613.0 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 33.4 | 10.70 | 19.10 | 627.7 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 30.4 | 11.80 | 17.40 | 559.7 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 32.4 | 11.80 | 18.50 | 612.0 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 28.4 | 10.70 | 16.30 | 493.5 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 33.4 | 11.80 | 19.10 | 600.2 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 33.4 | 11.20 | 19.10 | 615.2 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | | | | | |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 31.4 | 11.2 | 17.9 | 591.0 |



Ek-35 Çizelge-35. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Ağustos 2013, 21.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

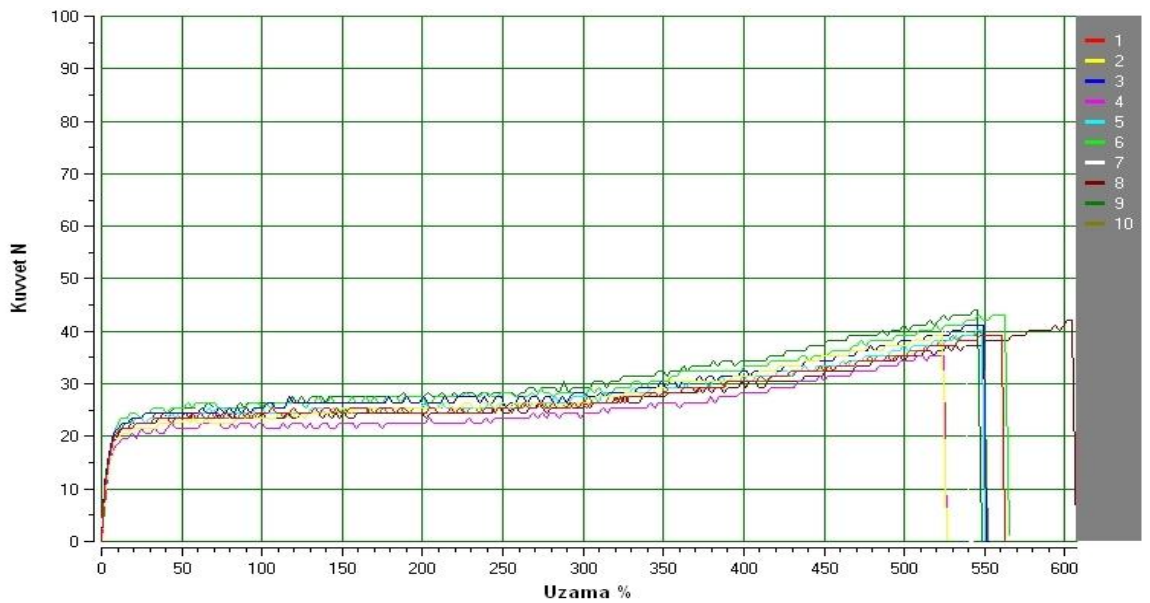
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 39.2 | 12.30 | 22.40 | 560.4 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 39.2 | 11.80 | 22.40 | 523.7 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 22.6 | 41.2 | 12.90 | 23.50 | 548.8 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 35.3 | 11.20 | 20.20 | 524.2 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 22.6 | 40.2 | 12.90 | 23.00 | 548.0 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 23.5 | 43.2 | 13.50 | 24.70 | 562.9 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 40.2 | 12.30 | 23.00 | 537.7 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 42.2 | 12.30 | 24.10 | 604.4 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 44.1 | 12.30 | 25.20 | 545.9 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 40.2 | 12.30 | 23.00 | 546.8 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.7 | 40.5 | 12.4 | 23.2 | 550.3 |



Ek-36 Çizelge-36. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Ağustos 2013, 21.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

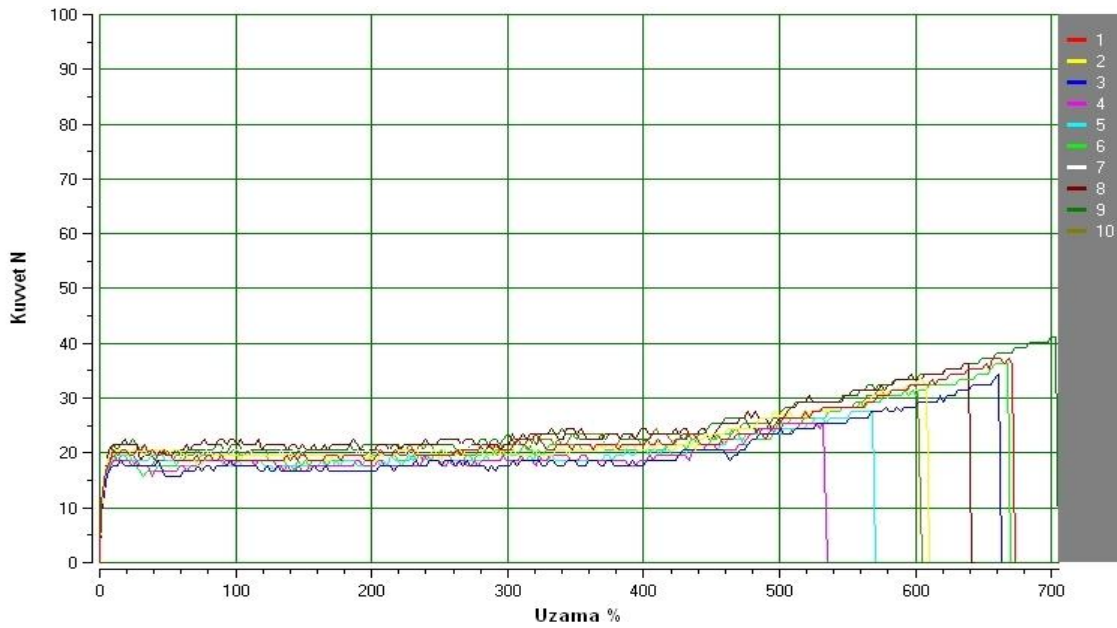
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 37.3 | 11.20 | 21.30 | 668.5 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 33.4 | 11.80 | 19.10 | 605.0 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 34.3 | 10.10 | 19.60 | 660.9 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 25.5 | 10.70 | 14.60 | 532.5 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 27.5 | 11.20 | 15.70 | 568.3 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 36.3 | 11.20 | 20.70 | 667.3 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 35.3 | 11.80 | 20.20 | 671.0 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 36.3 | 12.30 | 20.70 | 639.2 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 41.2 | 11.80 | 23.50 | 702.8 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 32.4 | 10.70 | 18.50 | 599.2 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.7 | 33.9 | 11.3 | 19.4 | 631.4 |



Ek-37 Çizelge-37. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Ağustos 2013, 21.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

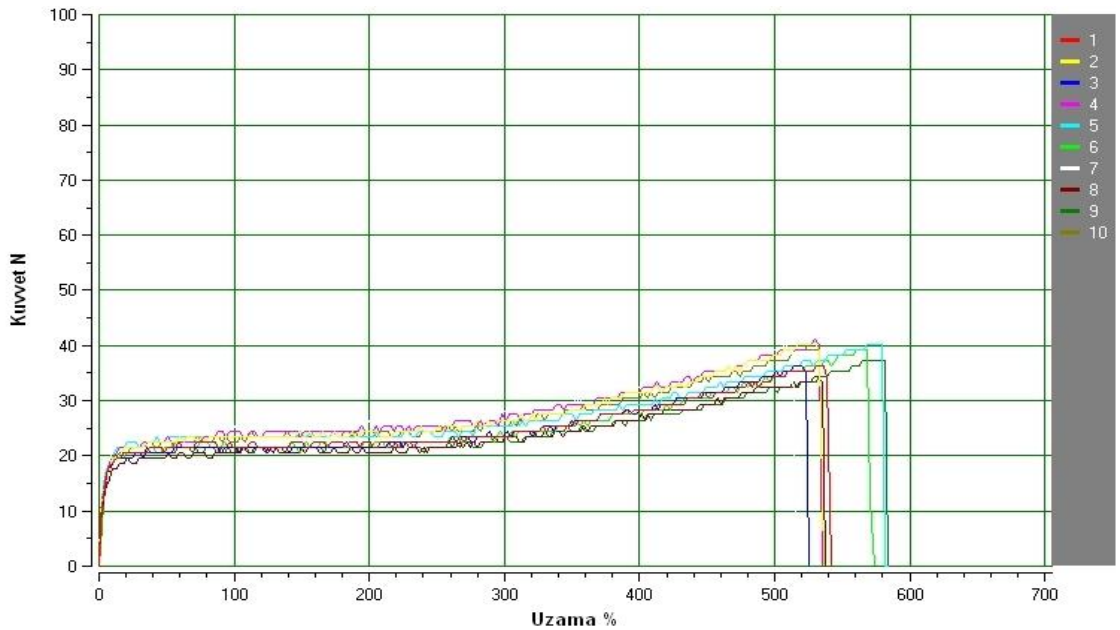
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 36.3 | 11.20 | 20.70 | 536.2 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 40.2 | 11.20 | 23.00 | 530.5 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 36.3 | 11.20 | 20.70 | 520.2 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 41.2 | 12.30 | 23.50 | 530.0 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 40.2 | 12.30 | 23.00 | 579.7 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 39.2 | 11.20 | 22.40 | 568.4 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 40.2 | 12.30 | 23.00 | 508.0 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 34.3 | 10.10 | 19.60 | 532.5 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 37.3 | 11.80 | 21.30 | 581.5 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 39.2 | 11.20 | 22.40 | 533.4 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.1 | 38.5 | 11.5 | 22.0 | 542.0 |



Ek-38 Çizelge-38. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Ağustos 2013, 21.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

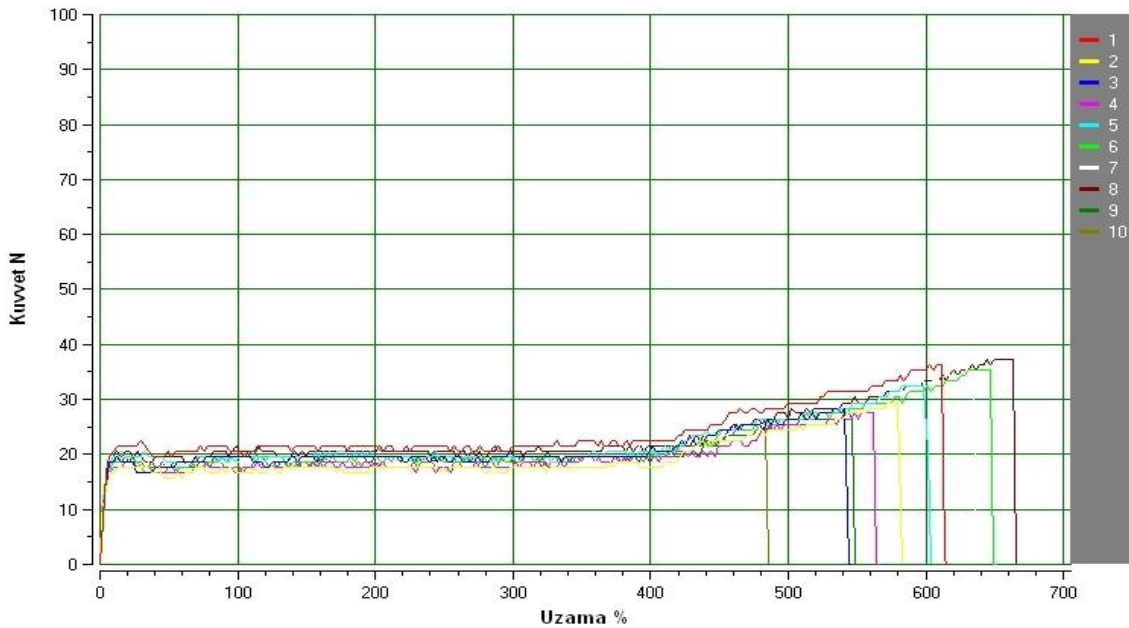
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 21.6 | 36.3 | 12.30 | 20.70 | 611.0 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 29.4 | 9.50 | 16.80 | 579.9 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 28.4 | 10.70 | 16.30 | 541.0 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 27.5 | 10.10 | 15.70 | 561.6 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 32.4 | 11.20 | 18.50 | 598.7 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 35.3 | 10.70 | 20.20 | 646.6 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 35.3 | 10.70 | 20.20 | 634.5 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 37.3 | 11.20 | 21.30 | 663.1 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 27.5 | 10.70 | 15.70 | 543.9 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 25.5 | 10.70 | 14.60 | 483.5 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.8 | 31.5 | 10.8 | 18.0 | 586.4 |



Ek-39 Çizelge-39. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2013, 24.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_o , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_o , mm): 100

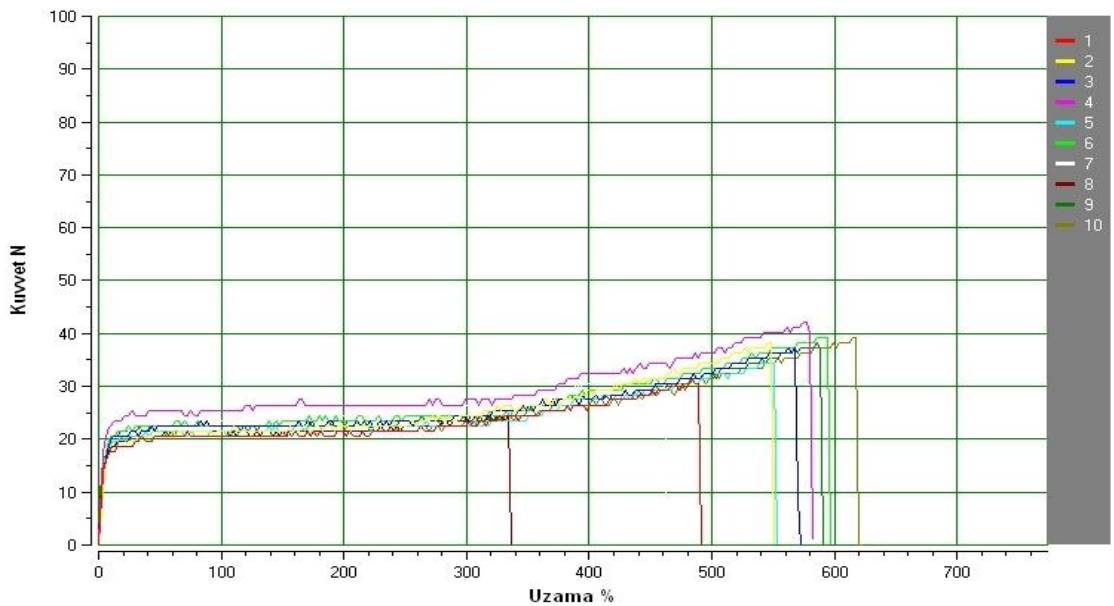
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_o , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_o = a_o * b_o$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_o | b_o | L_o | S_o | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 31.4 | 10.10 | 17.90 | 483.6 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 38.3 | 10.10 | 21.90 | 548.4 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 37.3 | 11.80 | 21.30 | 567.7 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 23.5 | 42.2 | 13.50 | 24.10 | 577.0 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 34.3 | 11.20 | 19.60 | 550.2 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 39.2 | 11.80 | 22.40 | 594.1 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 34.3 | 11.20 | 19.60 | 456.2 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 24.5 | 10.70 | 14.00 | 333.8 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 20.6 | 38.3 | 11.80 | 21.90 | 585.8 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 39.2 | 10.70 | 22.40 | 617.6 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.7 | 35.9 | 11.3 | 20.5 | 531.4 |



Ek-40 Çizelge-40. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2013, 24.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

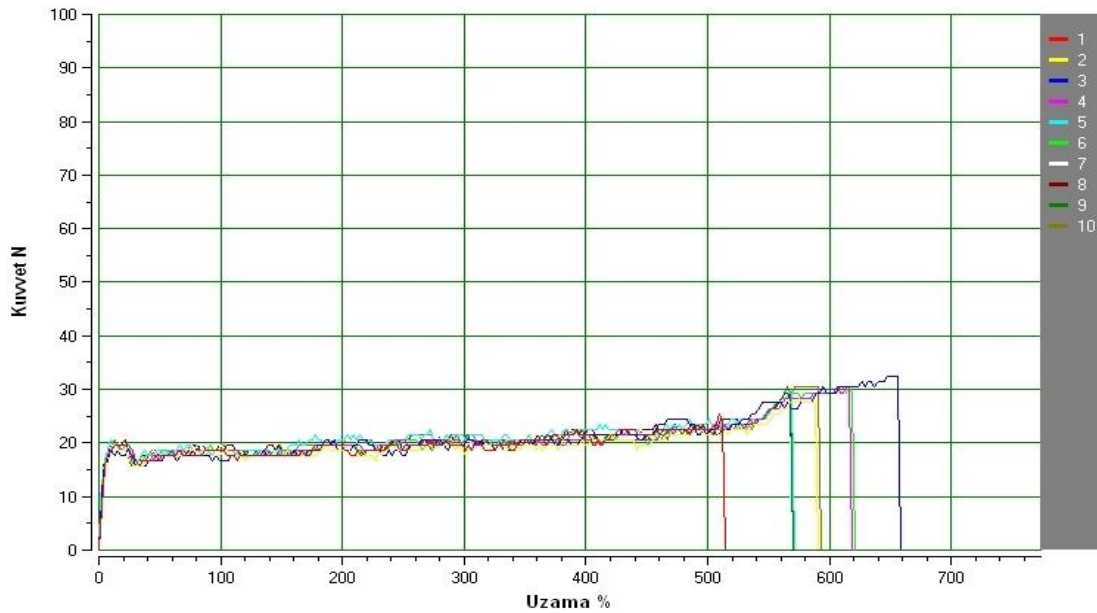
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm²)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 25.5 | 11.20 | 14.60 | 509.5 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 28.4 | 10.70 | 16.30 | 575.3 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 32.4 | 10.10 | 18.50 | 655.7 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 30.4 | 11.20 | 17.40 | 616.3 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 29.4 | 11.20 | 16.80 | 568.9 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 30.4 | 10.70 | 17.40 | 616.2 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 28.4 | 11.20 | 16.30 | 565.9 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 29.4 | 11.20 | 16.80 | 566.1 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 30.4 | 11.20 | 17.40 | 565.0 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.6 | 30.4 | 11.20 | 17.40 | 590.2 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 19.2 | 29.5 | 11.0 | 16.9 | 582.9 |



Ek-41 Çizelge-41. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (MD) (Kasım 2013, 24.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

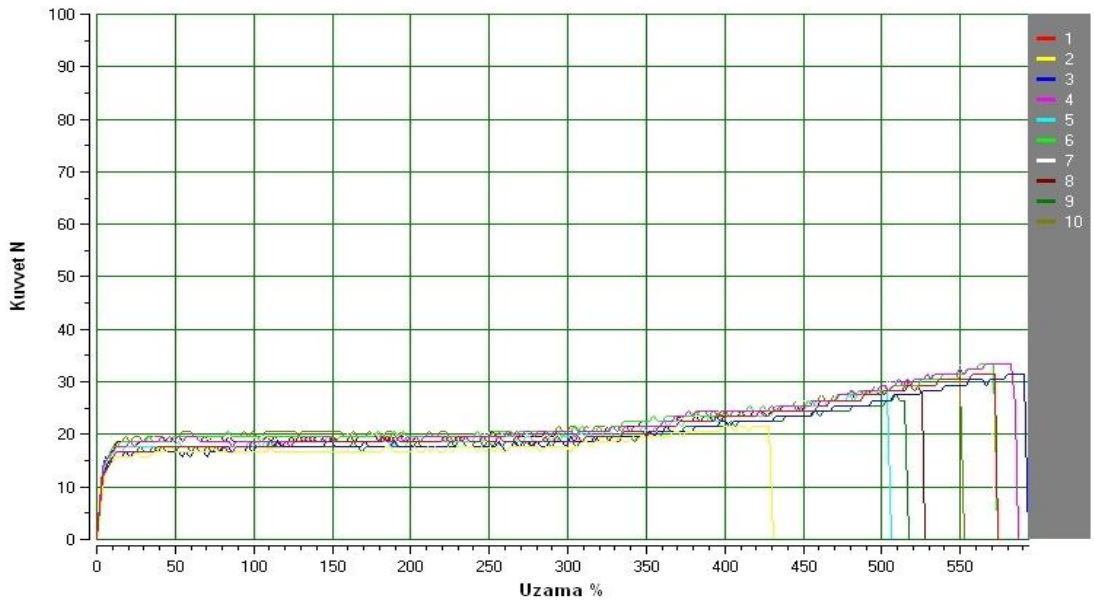
Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: MD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 31.4 | 9.50 | 17.90 | 571.6 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 21.6 | 9.00 | 12.30 | 428.5 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 31.4 | 8.40 | 17.90 | 590.8 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 33.4 | 10.10 | 19.10 | 582.0 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 28.4 | 9.50 | 16.30 | 503.4 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 33.4 | 10.10 | 19.10 | 570.7 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 34.3 | 10.10 | 19.60 | 566.5 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 29.4 | 9.50 | 16.80 | 522.6 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 27.5 | 9.50 | 15.70 | 508.9 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 18.6 | 31.4 | 10.70 | 17.90 | 546.8 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.9 | 30.2 | 9.6 | 17.3 | 539.2 |



Ek-42 Çizelge-42. 24 aylık CO-EX UV+IR+EVA+AF katkılı PE malzemenin çekme dayanımı (TD) (Kasım 2013, 24.ay)

TS 1398-1/EN ISO 527-1 PLASTİKLER-ÇEKME ÖZELLİKLERİNİN TAYİNİ

Ürün cinsi: 24 Aylık UV+IR+EVA+AF

Test numunesinin film kalınlığı (a_0 , mm): 0.175

Test numunesinin boyu (b_0 , mm): 100

Test esnasında çeneler arasındaki mesafe (L_0 , mm): 100

Test numunesinin kesit alanı ($S_0 = a_0 * b_0$ (mm)): 17.5

Test hızı (mm/dk): 500

Test yönü: TD

| Örnek No | a_0 | b_0 | L_0 | S_0 | F_{Akma} (N) | $F_{Çekme}$ (N) | Akma Mukavemeti (N/mm ²) | Çekme Mukavemeti (N/mm ²) | Kopma Uzama (%) |
|-------------|--------------|------------|------------|-------------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 14.7 | 26.5 | 8.40 | 15.10 | 567.8 |
| 2 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 601.6 |
| 3 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 611.2 |
| 4 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 27.5 | 9.00 | 15.70 | 594.5 |
| 5 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 29.4 | 9.00 | 16.80 | 612.7 |
| 6 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 25.5 | 9.50 | 14.60 | 525.9 |
| 7 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 30.4 | 9.00 | 17.40 | 633.6 |
| 8 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 15.7 | 32.4 | 9.00 | 18.50 | 646.5 |
| 9 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.7 | 30.4 | 9.50 | 17.40 | 600.0 |
| 10 | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 17.7 | 31.4 | 10.10 | 17.90 | 628.4 |
| Ort. | 0.175 | 100 | 100 | 17.5 | 16.0 | 29.2 | 9.2 | 16.7 | 602.2 |

