

BIYOSİSTEM Mühendisliğinde Güncel Konular

Editör

HİKMET YETER ÇOĞUN

BİDGE Yayınları

Biyosistem Mühendisliğinde Güncel Konular

Editör: Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN

ISBN: 978-625-372-187-9

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.06.2024

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /
Ankara



ÖNSÖZ

Herkes için daha sağlıklı bir gelecek sağlamak amacıyla çevresel zorlukların ele alınması ve sürdürülebilir uygulamaların teşvik edilmesi gerekmektedir.

Sanayileşme ve yapılaşma gibi insan faaliyetleri gibi kaynaklanan çevre değişikliği ortam sıcaklığı üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Kentleşme bunların en önemli kaynaklarından. Kentleşmede küresel ısınma yapılaşmayı etkileyen önemli etmenlerdendir.

Kitapta yer alan konular kapsamı itibariyle Biyosistem Mühendisliği alanında çalışanların yararlanabileceği güncel bilgileri içeren temel bir kaynak şeklinde okuyucularına sunulmuştur.

Editör

Prof. Dr. Hikmet Yeter ÇOĞUN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	3
İÇİNDEKİLER	4
Kentleşmenin Sıcaklık Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi, Ankara İli Örneği	5
Bekir CENGİL	5
Elle Meyve Hasadı İçin Bir Yardımcı Platform Tasarımı	20
Mustafa ÜÇGÜL	20
Ali AYBEK.....	20
Simulating the Optimal Irrigation Date and Amount of Onion Using the Fao Cropwat Model In Adana.....	98
Yusuf Sadi Ibrahim.....	98
Burak Sen.....	98
Gıda Kurutmada Yaygın Kullanılan Kurutma Öncesi İşlemler...	121
Zehra YILDIZ.....	121

BÖLÜM I

Kentleşmenin Sıcaklık Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi, Ankara İli Örneği

Bekir CENGİL¹

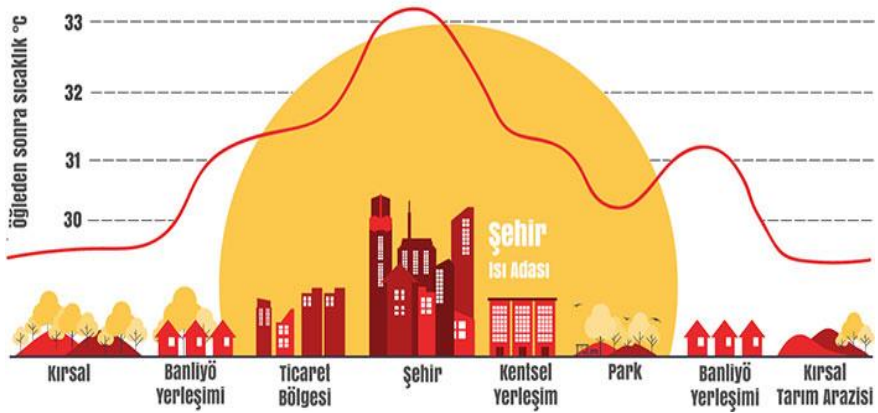
Giriş

Kentleşmeden en çok etkilenen iklim unsuru sıcaklıktır. Kentleşmenin bir sonucu olarak sıcaklıklarda önemli bir artış meydana gelmektedir. Şehir ve kırsal yerleşim arasında sıcaklık farkları sinoptik koşullara bağlı olarak gelişir. Şehir ve kırsal yerleşim arasında sıcaklık farkları açık ve sakin havada artarken, bulutlu ve rüzgarlı havalarda kaybolur. Kentleşmeden en çok etkilenen iklim unsuru sıcaklıktır. Kentleşmenin bir sonucu olarak sıcaklıklarda önemli bir artış meydana gelmektedir. Şehir ve çevresindeki kırsal alanlar arasındaki yüzey sıcaklığı farkı şehir ısı adası (ŞIA) olarak tanımlanır (Çiçek, 2005). Bu kavram ilk olarak

¹ Doktor Öğretim Üyesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, bcengil@karatekin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8006-3882.

1818'de Luke Howard tarafından Londra şehri için yapılan çalışmada kullanılmıştır (Emecen ve Erdem, 2009).

Kentsel ısı adası, kentsel form (binalar, bitki örtüsü, yollar ve geometrik yapı gibi ilkeller) ve kentsel fonksiyonları (ulaşım, arazi kullanım alanları gibi diğer süreçler) ile nitelendirilir (Emecen ve Erdem, 2009). Yüzey sıcaklık farklılıkları şehirlerin doğal yüzey yapısının farklılaştırılıp asfalt ve çimento ile kaplanması, yeşil alanların ve yüzey neminin azalması, binalardan kaynaklanan kanyon etkisinin bir sonucudur (Çiçek, 2005). Bu çalışmada; Ankara ilindeki kentleşmenin sıcaklık üzerine etkileri ve kentleşmeye bağlı olarak sıcaklıktaki değişimler incelenmiştir.



Şekil 1. Şehir ısı adası (Anonima, 2024)

Kentleşme Nedir?

Kentleşme, sosyal değişim sürecinin bir boyutudur. Kent yaşamında kimi faktörler kentin yaşanırılık seviyesini artırırken kimi düşürmektedir (Göç, 2018) Toplumsal değişim sürecinde kentleşme, nedenleri ve sonuçları açısından oldukça karmaşık bir özellik göstermektedir (Es ve Ateş, 2004). Dağıtım oranının etkisiyle

sanayileşmenin hızlı büyümesine yol açan üretim, ticaret ve hizmetler daha fazladır ve bu fazlalıklar, nüfusun yerleşim yerlerinde sayılarını artırdıkları için şehir dışında kalmaktadır. Aynı zamanda üretim ve dağıtım yoğunluğunun artmasıyla şehirler, iktisadi, sosyal ve politik davranışlar alanında ikamet edenlerin özel hayatlarında devleti etkileyen belirli faaliyetler gerektirmektedir. Sebepleri ve sonuçları itibariyle tanımlanan kentleşme, birçok sosyal sorunun kaynağı olması nedeniyle belirli bir plan ve program dâhilinde müdahale gerektiren bir değişim sürecinin sosyal boyutu olarak ortaya çıkmaktadır. Kentlerde yaşanan sosyal ve ekonomik değişim yanında insan davranışlarında yaşanan farklılaşmaya bağlı olarak kentlerde meydana gelen değişim süreci, kentleşme kavramının ortaya çıkmasına önemli bir etken olmuştur (Yılmaz ve Çiftçi, 2011). Kentleşme, dar anlamıyla kent sayısının ve kentte yaşayan nüfustaki niceliksel artışlardır. Geniş anlamıyla, “Kentli diyebileceğimiz bir yaşama şeklini oluşturan beraberinde, nüfusun ölçüsü, ve yoğunluğu, nüfusun dağılımı ve farklılığı, sosyal ilişkilerin derecesini ve sıklığını, dolayısıyla da sosyalleşmeyi ve insan tabiatını tayin eder (Niray, 2002; Es ve Ateş, 2004).

Kentleşme ve Sıcaklık

Pek çok kaynakta "atmosferin Dünya'dan yansıyan ışınlarla ısındığı" bilgisi yer almaktadır. Kısmen doğru olan bu tanım biraz eksiktir. Aslında atmosferi ısıtan yeryüzünden yansıyan ışınlar değil, Dünya tarafından soğurulan ve ısıya dönüştürülen ışınlardır, bu aynı zamanda albedo değeri olarak da belirtilir. Albedo değeri arttıkça atmosfere geri yansıtılan ışın miktarı artar ve yeryüzü tarafından soğurulan ışın miktarı azalır bununla beraber atmosfere geçen ısı enerjisi de az olacaktır, aksi durumda ise albedo yüksek olur ve

yeryüzüne ulaşan ışınların soğurularak ısıya dönüşme oranı da artar. Bununla birlikte de atmosferin yeryüzünden alacağı ısı miktarı daha yüksek olur. Karmaşık bir anlatım olmasına rağmen olayın özü basittir, ısınan yüzey atmosferi ısıtır ve yüzeyin ısınması için yüksek miktarda ışığı soğurması ve ısıya dönüştürmesi gerekir.

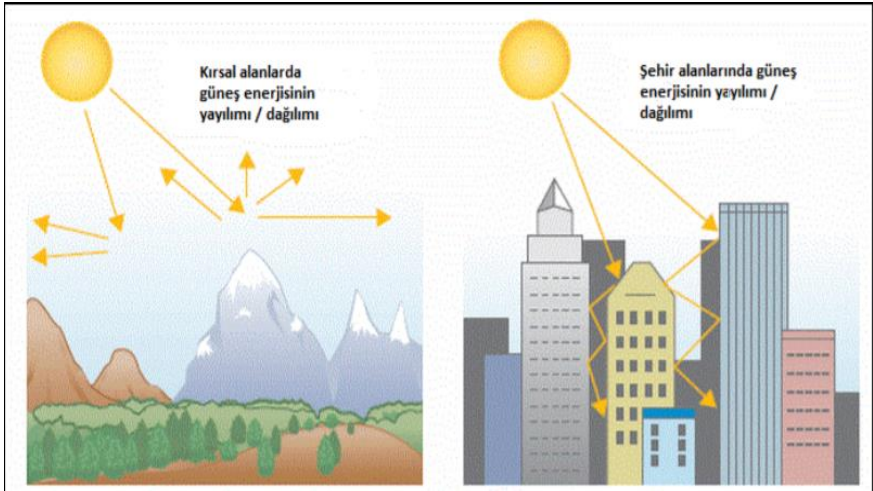
Doğal alanlardaki albedo değeri Dünya'nın kendi dengesi içinde bir yere sahip olduğu için ısınma-soğuma olaylarını belirli bir dengede tutacak miktardadır. Bu denge ise 1950-1980 yılları arasındaki değerlere bakılacak olursa yaklaşık olarak 14 °C civarındadır, günümüzde ortalama sıcaklık 14,9 °C dereceye ulaşmıştır. Şehir alanlarında ise bu denge insan etkisiyle birlikte bozulmuştur. Şehirleşme sırasında ortaya çıkan ve geri dönüşü olmayan jeomorfolojik degradasyonun yanı sıra şehir alanlarında kullanılan renkler dahi bu albedo değeri üzerinde etkili olmaktadır. Kara Cisim (Blackbody) olarak adlandırılan ve güneşten gelen ışınları yüksek oranda içinde hapsederek dış mekana (atmosfere) yüksek ısı enerjisi yayan bu nesnelere şehirlerde çokça bulunmaktadır. Yapıları gereği ışığın tüm dalga boylarını soğurup ısıya dönüştürerek çevreye yayan bu nesnelere ısıyı artırmakla kalmayıp aynı zamanda nemlilik oranını düşürmekte, havanın kalitesini bozmakta ve zincirleme sıkıntılar ortaya çıkarmaktadır. Bunun en basit örneği; asfaltların çok, gölgelerin az olduğu alanlarda görülen soğutma ihtiyacı atmosfere daha fazla zararlı gaz yayılmasına, yenilenebilir enerji dahi olsa güneş panelleri ile daha fazla ışın tutulmasına ve ortamın çok daha fazla ısınmasına sebep olmaktadır. Şehir alanlarındaki bu doğaya aykırılık sonucunda ortaya çıkan albedo değerlerindeki bozulma modern şehirlerde daha da fazla artmıştır. Modern şehirlerin modern görünüşleri

sağlanmaya çalışırken kullanılan materyaller (camlar, paneller, alüminyum ürünler vb.) daha düşük dalga boylarına kadar ışın soğurma yeteneğine sahip olduklarından dolayı ortama saldıkları ısı miktarı da artmaktadır. Bu artıştan dolayı ortam ısınırken atmosferik değişimler de meydana gelmektedir.

Yaşamın devam etmesi için kentsel ortamlarda farklı kaynaklar tüketilmektedir. Bu kaynakların tüketiminden kaynaklanan kimyasal maddelere ek olarak, bir ısı enerjisi de üretilir. Maddeler arasındaki dönüşümün ana kuralı olan enerji çıkışı bu aşamada çok etkilidir. Şehirlerde günlük yaşamı sürdürmek için kullanılan her türlü fosil yakıtlı kurulan kapalı alanlar ve bunların iklimlendirilmesi, özel kimyasallar, gıda ve diğer işleme ürünleri, zararlı gazlar içeren ürünler üretmek ve tüketmek atmosferdeki sıcaklığın artmasına neden olmaktadır. Ayrıca, şehirlerde kurulu endüstriyel hayvancılık ve tarımsal faaliyetler sırasında ihtiyaç duyulan enerjiyi sağlamak amacıyla üretilen ısı vb. birçok faktör de şehirlerdeki sıcaklığın artmasında etkilidir.

Atmosferdeki sıcaklığın artmasına sebep olan durumlar şehir atmosferi üzerinde ısınma etkisine sebep olmaktadır. Doğal sıcaklık dengesi bozulan atmosferin alt ve üst katmanları arasındaki ısı alışverişi de bozulacağından dolayı ortaya çıkacak atmosferik olaylar da öngörülemez haller alabilmektedir. Özellikle büyük şehirlerde sıkça karşılaşılan ısı terlemesi ve buna bağlı olarak görülen sis bunun en net örneğidir (Özbilge, 2018; Temuçin, 2017). Normal koşullarda sisin oluşması için gereken denge belirli mevsim geçişlerinde ortaya çıkmasına rağmen şehirlerin buldukları alanlarda ortaya çıkardıkları sıcaklık dengesizliği sonucunda bu olay normalden çok daha sık yaşanmaktadır. Bundan farklı olarak ani

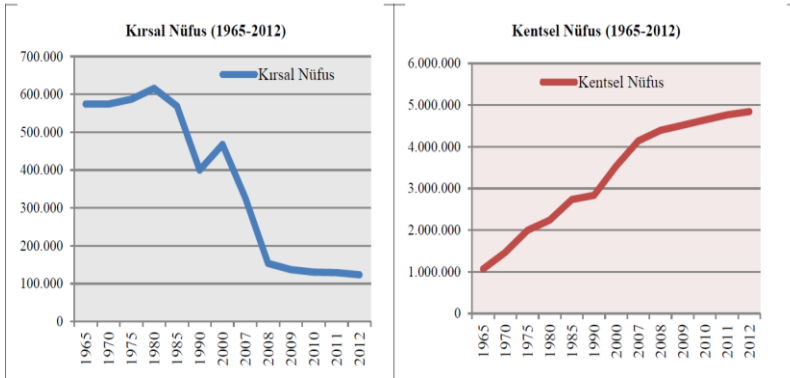
yağışlar ya da yağış gelmesi gereken mevsimde yağışsız günler yine atmosferin sıcaklık dengesinin bozulmasının bir sonucudur. Sıcaklık dengesi bozuldukça katmanlar arasındaki konvektif hareketler de değişeceğinden dolayı şehir atmosferindeki cepheleşme ya da yükselim olayları da doğal süreçlerden farklı gerçekleşmektedir. Jeomorfolojik yapı tüm dünyada değişmektedir. Atmosferin üst tabakaları zeminlerdeki rüzgarlardan çok fazla etkilenmese de, zemine yakın rüzgarlar yapıdan etkilenir. Binaların uzunluğu ve genişliği; sokakların yönleri; park ve bahçelerin yerleri; jeomorfolojik elementlerin kullanımı veya ortadan kaldırılması (yıkım gibi faaliyetler) rüzgarların yönünü büyük ölçüde etkiler. Kuruluş yılları çok eski ve kuruldukları andan itibaren geliştirdikleri zamanlara kadar bu konuya dikkat etmeyen şehirler bugün oluşturulan şehir planlarında büyük ölçüde etkilenmektedir.



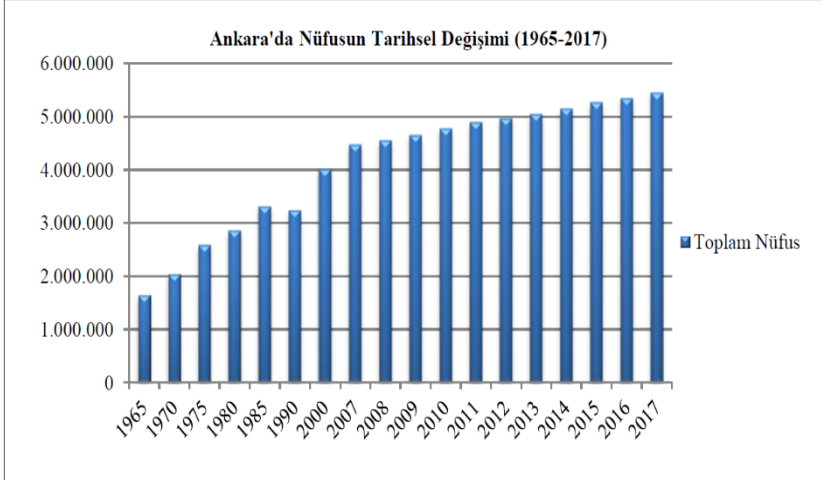
Şekil 2. Kırsal ve kentsel alanlarda güneş ışınlarının dağılımı
(Anonimb, 2024)

Yöntem ve Bulgular

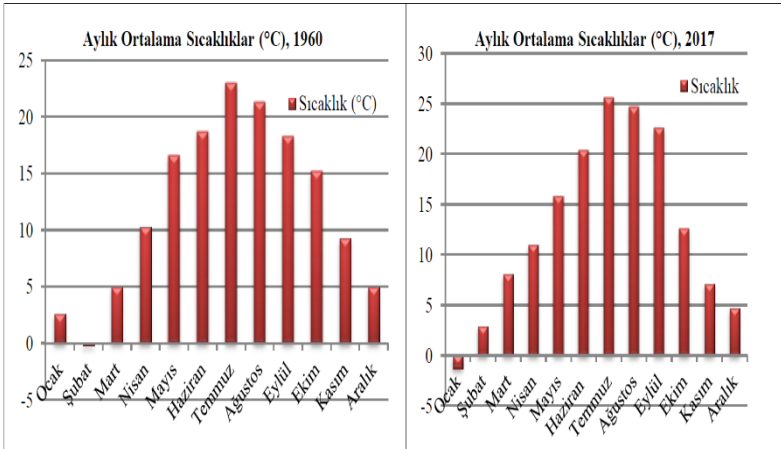
Bu bölümde; Ankara ilinde kırsal ve kentsel nüfus değişimi, bitki örtüsü, topoğrafik ve morfolojik yapı, iklim ve sıcaklık değişimi incelenmiştir. Ankara’da kentleşmenin sıcaklığa etkisi üzerinde kentin topoğrafik ve morfolojik yapısının önemli bir payı olduğu bilinmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu’ndan 1960 yılları ile 2017 yılları arasındaki Ankara’nın nüfusunun tarihsel değişimi, kırsal nüfus ve kentsel nüfus verileri değerlendirilmeye alınmıştır. Ankara’nın arazi örtüsü; kentsel yerleşim, açık yeşil alan, boş-açık alan, tahrip edilmiş alan-inşaat alanı- geniş geçirimsiz (beton) zemin olmak üzere dört sınıf oluşturulmuştur. 1985, 1995 ve 2002 yılı arazi örtüsü analizleri aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 3. Ankara'daki kırsal ve kentsel nüfus ölçümleri



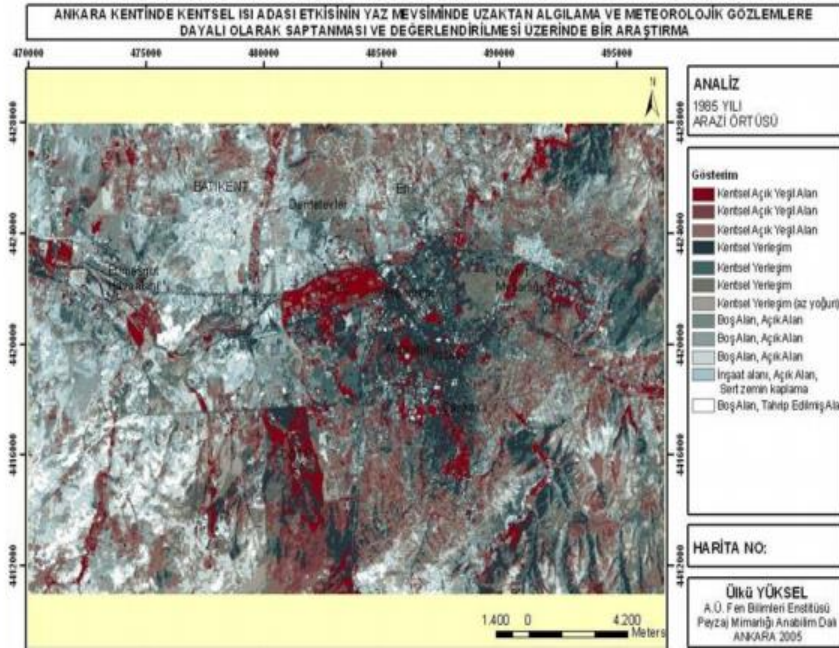
Şekil 4. Ankara'da nüfusun tarihsel değişimi (1965-2017)

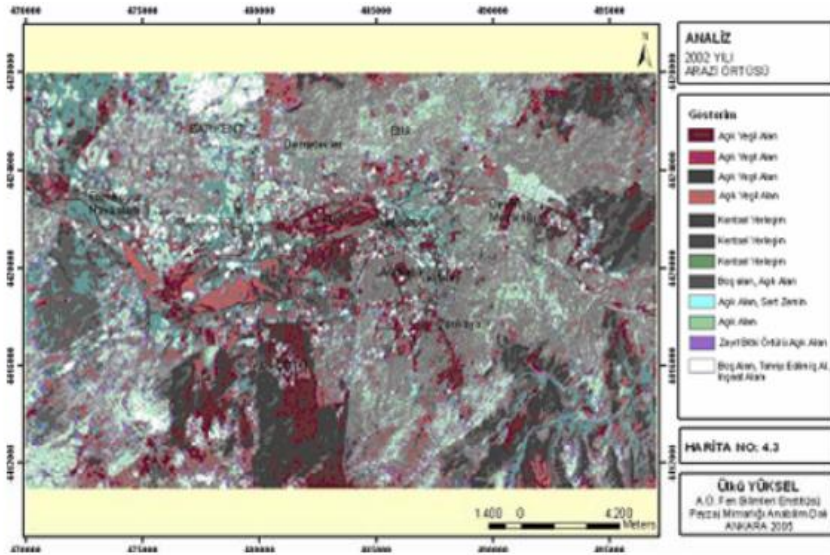
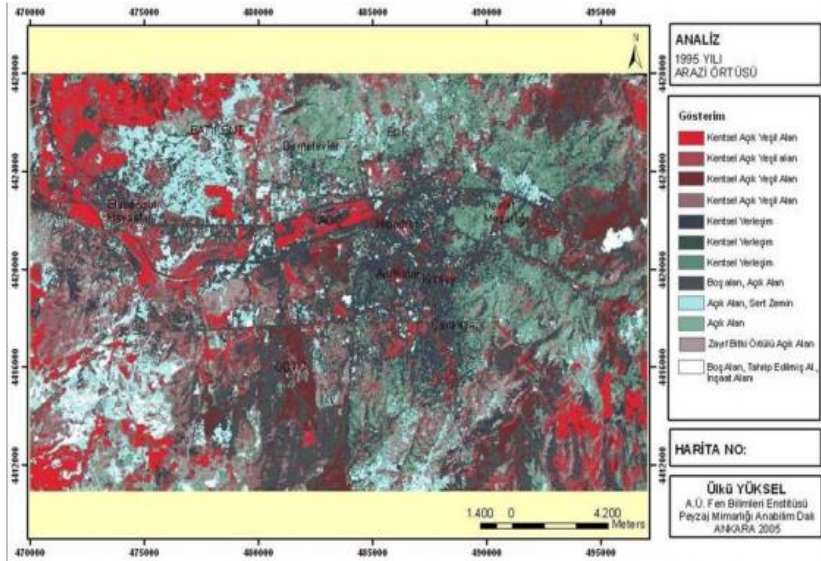


Şekil 5. Ankara ilindeki aylık ortalama sıcaklıkları (1960-2017)

Arazi Örtüsü	Birim	Yıllar			Değişim Oranı		
		1985	1995	2002	1985-1995	1995-2002	1985-2002
Kentsel Yerleşim	km ²	18.023	19.804	22.124	+1781	+2320	+4101
	%	39,2	43,1	48,1	3,9	5	8,9
Açık Yeşil Alan	km ²	10.690	15.201	12.095	+4511	-3106	+1405
	%	23,2	33	26,3	9,8	-6,7	3,1
Boş Alan, Açık Alan	km ²	13.964	10.107	11.032	-3857	+925	-2932
	%	30,4	22	24	-8,4	2	-6,4
İnşaat alanı, Açık Alan, Sert zemin, Tahrip Edilmiş Alan	km ²	3323	888	749	-2435	-139	+2574
	%	7	1,9	1,6	-5,3	-0,3	-5,6

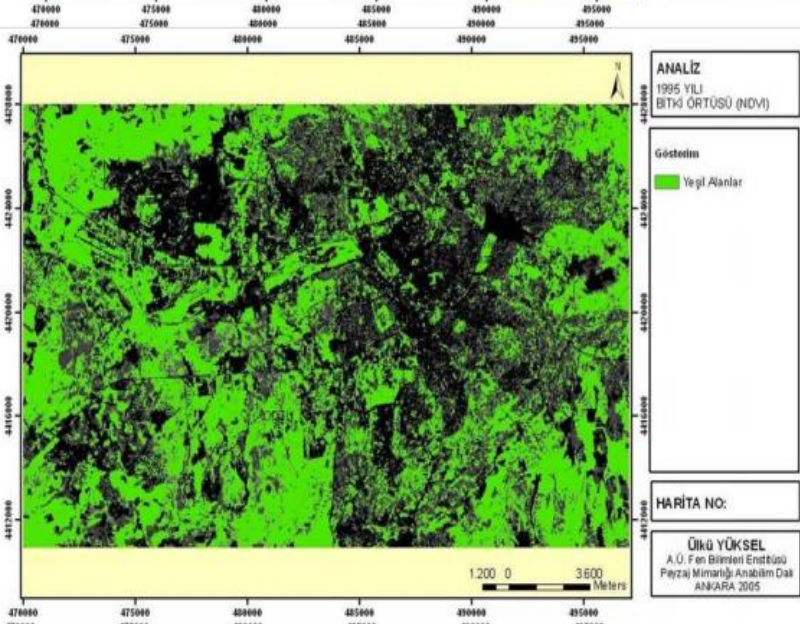
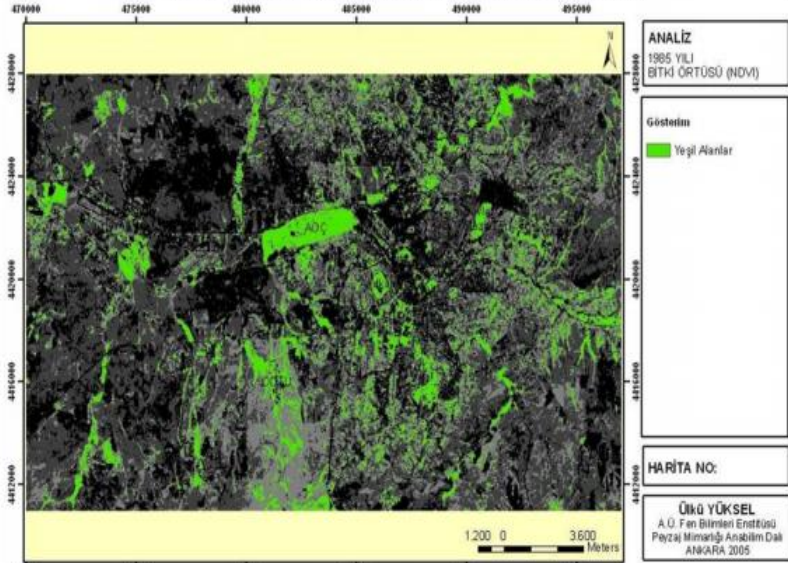
Şekil 6. 1985, 1995, 2002 yılları arasında arazi örtüsü sınıflarının değişimi

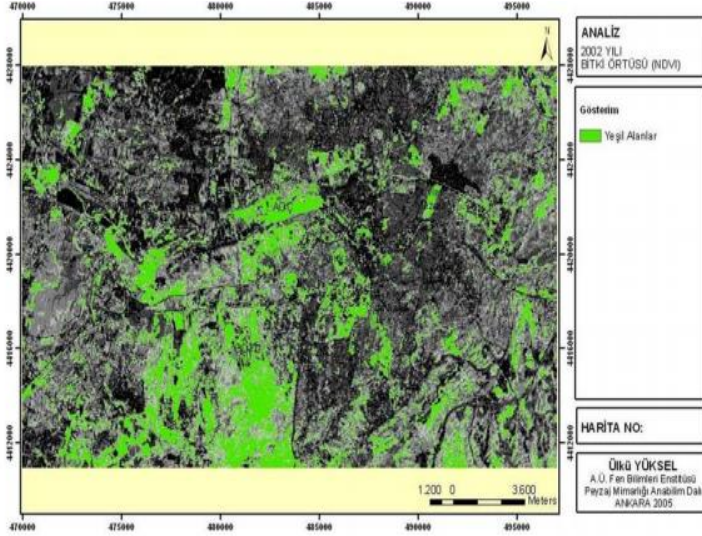




Şekil 7. 1985, 1995, 2002 yılı arazi örtüsü analizleri

ANKARA KENTİNDE KENTSEL İSİ ADASI ETKİSİNİN YAZ MEVSİMİNDE UZAKTAN ALGILAMA VE METEOROLOJİK GÖZLEMLERE DAYALI OLARAK SAPTANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA





Şekil 8. 1985, 1995, 2002 yılı bitki örtüsü analizleri

Şekiller incelendiğinde Ankara ilinin kentsel nüfusunun artmasıyla birlikte Ekim, Kasım ve Ocak aylarında sıcak düşme eğilimindedir. Değerlendirmeye özellikle ilkbahar ve yaz aylarındaki artış oranı dikkat çekmektedir.

Türkiye’de daha önce yapılan çalışmalar; kentleşmenin, sıcaklık artışlarına neden olduğunu göstermektedir. Ankara’da kentleşmenin iklim parametreleri üzerinde ortaya çıkardığı en önemli değişikliğin yaz aylarında yaşanan sıcaklık artışları olduğu görülmektedir. 1985, 1995 ve 2002 yıllarında bitki örtüsü miktarında oldukça belirgin bir fark olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, 1995 yılında bitki örtüsü miktarının daha fazla olması dikkat çekmektedir. 1985’ten 1995’e kadar, bitki örtüsü ile kaplı alanlar önemli ölçüde artmış ve 2002’de azalmıştır.

Ankara ilinde nüfus değişimi, bitki örtüsündeki değişim ve topoğrafik yapı, iklim ve sıcaklık değişimi incelendiğinde, Ankara’da kentleşmenin sıcaklığa etkisinin olduğu, özellikle yaz aylarındaki sıcaklık artışlarında kentleşmenin de etkisinin olduğu söylenebilir.

Sonuç ve Değerlendirme

Sonuç olarak; Ankara ilinde 1985 ile 1995 arasındaki kentsel değişim oranı +1781 km² iken, 1985 ile 2002 kentsel değişim oranı +4 101 km² olarak gerçekleşmiştir. Ankara’nın 2020 yılında kentleşme alanı 25 632 km² ‘dir. Kentleşme alanına bağlı olarak yeşil alanlarda da azalma görölmektedir. Kentsel değişim oranı ve yeşil alanların azalmasıyla birlikte, Ankara’daki nüfusa ve kentleşmeye bağlı olarak 1960 ile 2017 yılları arasındaki ortalama sıcaklık özellikle yaz aylarında artmaktadır. 1960 ve 2017 yılında ocak ayına bakıldığında sıcaklıkların negatif değerlere indiği, şubat ayı itibariyle sıcaklık derecesinin artma eğilimine sahip olduğu görölmektedir. Ankara’da nüfusun zaman içinde hızla artması sonucunda kent dokusunda ve alan kullanım/arazi örtüsü özelliklerinde önemli değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin sonucu olarak, özellikle kent merkezlerinde sıcaklık çevresindeki kırsal alanlara göre daha fazla artmaktadır. Ankara’da önümüzdeki yıllarda da kentleşme alanının artmasıyla birlikte yeşil alanların azalması ve özellikle yaz aylarında sıcaklık artışı olması öngörülebilir.

Kaynakça

Anonima, (2024). <https://cografyahocasi.com/sozluk/sehir-isi-adasi.html>

Anonimb, (2024). <https://www.turkchem.net/kentsel-isi-adasi-etkisinde-kentsel-yuzey-malzemeleri-ve-serin-catilar.html>

Anonimc, (2020). www.mgm.gov.tr

Anonimd, (2020). <https://tuikweb.tuik.gov.tr>

Çiçek, İ., (2005). Ankara’da Şehir ve Kırsal Sıcaklık Farklarındaki Değişiklikler (1970-2002). Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt: 15, Sayı: 2, Sayfa:1-16, ELAZIĞ-2005.

Emecen,Y., Erdem,N., (2009). Kent İklimi Üzerinde Yeşil Alanların Etkileri. Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi 2 (2019)

Es, M. ve Ateş, H, (2004). “Kent Yönetimi, Kentleşme ve Göç: Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi, (48), 206-246.

Göç, E. (2018). Yaran Kültürünün Kent Yaşamına Etkisi: Çankırı Örneği, Milli Kültür Araştırmaları Dergisi, C.2, S.1, ss. 59-73.

Niray, N. (2002). “Tarihsel Süreç İçinde Kentleşme Olgusu ve Muğla Örneği”. Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9, 1-27.

Temuçin, E., (2017). Türkiye’de Kentleşmenin Sıcaklık Koşulları Üzerine Etkisi, Ege Coğrafya Dergisi 8 s:75-92, İzmir.

Özbilge, M. (2018). Şehirleşmeyle Birlikte Şehir Atmosferinde Görülen Değişimler.

Yılmaz, E ve Çitçi, S (2011). “Kentlerin Ortaya Çıkışı Ve Sosyo-Politik Açından Türkiye’de Kentleşme Dönemleri”, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 10(35), 252-267.

Yüksel, U., Yılmaz, O., (2008). Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der Cilt 23, No 4, 937-952, 2008

BÖLÜM II

Elle Meyve Hasadı İçin Bir Yardımcı Platform Tasarımı

Mustafa ÜÇGÜL¹
Ali AYBEK²

1. Giriş

Türkiye’de, küçük ve orta ölçekli işletmelerde meyvelerin toplanması, yüklenmesi ve taşınması işlemleri büyük oranda el ile yapılmaktadır. Meyve ağaçlarında, özellikle insan elinin yetişemeyeceği bölgelerdeki meyvelerin hasadının bir platform yardımı ile yapılması, meyvelerin toplanması için gerekli süreyi azaltır, iş verimini yükseltir, meyveler yaralanmayacağı için meyve

¹ Dr., Faculty of Science and Engineering, Southern Cross University, East Lismore, NSW 2084, Australia; Orcid ID: 0000-0001-8528-7490, e-mail: mustafa.ucgul@scu.edu.au

² Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye. Orcid ID: 0000-0003-3036-8204, e-mail: aaybek@ksu.edu.tr

kalitesi korunur ve işçilik maliyetleri azalır (Tuncer ve Özgüven, 1989). Bu amaçla bir traktör ile çekilen, kaldırma ve indirme hareketleri için gerekli enerjiyi traktörün hidrolik sisteminden alan, basit ancak işlevsel bir meyve hasat platformu tasarlanarak meyvecilikle uğraşan çiftçilerin hasat işlemleri kolaylaştırılabilir.

Bu çalışmada, küçük ve orta ölçekli meyve üreticisine hitap eden, traktöre kolaylıkla bağlanıp sökülebilen, traktör hidrolik güç çıkışı ile çalıştırılabilen, sert çekirdekli (şeftali, erik, nektarin, kayısı vb) ve yumuşak çekirdekli (elma, armut, vb) meyvelerin elle hasadı için kullanılacak bir yardımcı platformun tasarımı gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

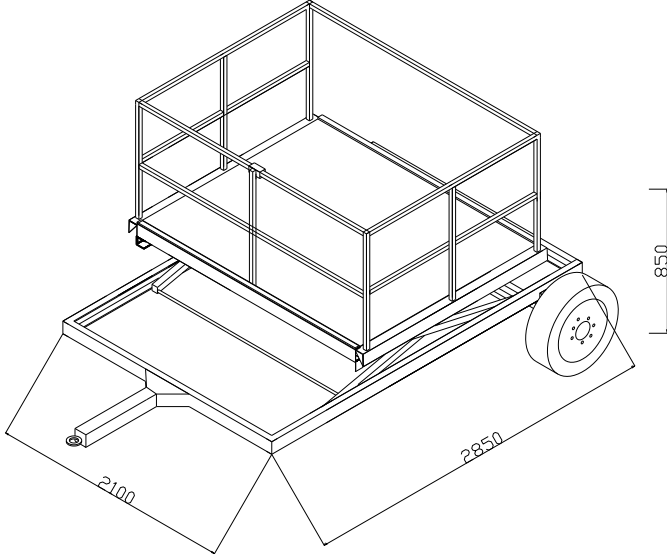
2.1. Materyal

Çalışma koşullarına göre platform 4 m genişliğe ve 1.85 m yüksekliğe kadar ayarlanabilmektedir. İşçiler meyveleri toplamak için ellerini kaldırdığında yaklaşık 2160 mm mesafeye ulaşırlar. Bu durumda tasarlanan bu platformla 4 m yüksekliğe kadar olan meyveler hasat edilebilecektir. Meyve hasadı için yardımcı platformun bazı teknik ölçüleri ve üç boyutlu görünüşü Tablo 2.1 ve Şekil 2.1'de verilmiştir.

Hasat sırasında meydana gelebilecek kazalara karşı hasat işlemini gerçekleştirecek tarım işçilerinin güvenliğini sağlamak için platformun üst tablasının üzerine korkuluk düzeni yerleştirilmiştir. Kaldırma ve indirme sisteminin güç gereksinimini karşılamak için traktör hidrolik sisteminden yararlanılmıştır.

Tablo 2.1. Prototip meyve hasat platformunun bazı temel boyutları

Toplam genişlik (mm)	2100
Toplam uzunluk (mm)	2850
Kapalı halde yerden yükseklik (mm)	850
Toplam kütle (kg)	475
Taşıma kapasitesi (kg)	280



Şekil 2.1. Meyve hasadı için yardımcı platformun üç boyutlu görünüşü

2.2. Yöntem

Platform elemanlarından konstrüksiyonu, sisteme etkileyen kuvvetler, parçaların boyutlandırılması, mukavemet hesapları yapılmıştır. Bu amaçla kullanılan eşitlikler, teknik resim çizimleri ve güç gereksiniminin belirlenmesi aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1. Üst tabla tasarımı

Sisteme etkiyen kuvvetlerin bulunmasında Eşitlik 1 (Babalık, 1983), Eşitlik 2-4, boyutlandırma ve mukavemet hesapları için Eşitlik 6-8 (Akçalı, 1998/a) kullanılmıştır.

2.2.2. Kızak sistemi tasarımı

Sisteme etkiyen kuvvetlerin bulunmasında Eşitlik 1 (Babalık, 1983), Eşitlik 2-4 (Akçalı, 1998/a) ve Eşitlik 10 (Liljedahl ve ark., 1996), boyutlandırma ve mukavemet hesapları için Eşitlik 5-8 ve Eşitlik 11 (Akçalı, 1998/a), makine elemanı tasarımları için Eşitlik 8-9, 11, 14-18 (Shigley, 1986) kullanılmıştır.

2.2.3. Makas sistemi tasarımı

Sisteme etkiyen kuvvetlerin bulunmasında Eşitlik 1 (Babalık, 1983), Eşitlik 2-4, boyutlandırma ve mukavemet hesapları için Eşitlik 5-8, 11, 15 ve 19 (Akçalı, 1998/a), makine elemanı tasarımları için Eşitlik 8- 9, (Shigley, 1986) kullanılmıştır.

2.2.4. Taşıyıcı alt tabla tasarımı

Alt tabla üst tabla ve kızakları taşımakla görevli kısımdır. Ayrıca sistemin hareket etmesini sağlayan jant-tekerlek aksamı ile platformun traktörün çeki kancasına bağlanmasını sağlayan çeki oku alt tablaya bağlanmıştır. Sisteme etkiyen kuvvetlerin bulunmasında Eşitli 1 (Babalık, 1983), Eşitlik 2-4 (Akçalı, 1998/a), Eşitlik 21 ve 30 (Sabancı ve Akıncı, 2012), boyutlandırma ve mukavemet hesapları için Eşitlik 5-7 ve 11 (Akçalı, 1998/a), Eşitlik 12-13 (Özmerzi ve ark., 2004), Eşitlik 22-23 (Shigley, 1986), makine elemanı tasarımları için Eşitlik 8-9, Eşitlik 14-18 ve Eşitlik 20 (Shigley, 1986) kullanılmıştır.

2.2.5. Hidrolik sistem tasarımı

Platformun aşağı-yukarı, kızakların yanlara ileri-geri hareketi hidrolik bir sistem ile gerçekleştirilmiştir. Hidrolik sistem elemanları standartlara uygun olarak seçilmiştir ve hidrolik sistemin platforma bağlanacağı noktalardaki bağlantı parçaları tasarlanmıştır. Sisteme etkiyen kuvvetlerin bulunmasında Eşitlik 1 (Babalık, 1983), Eşitlik 2- 4 (Akçalı, 1998/a) ve Eşitlik 10 (Liljedahl ve ark., 1996), boyutlandırma ve mukavemet hesapları için Eşitlik 5-7 (Akçalı, 1998/a), Eşitlik 24- 25 (Özcan, 1982), Eşitlik 26 (Esposito, 1988), makine elemanı tasarımları için Eşitlik 8-9, 14, 16, 18, 27-29 (Shigley, 1986) kullanılmıştır. Hidrolik sistem tasarımında (Sullivan, 1975; Esposito, 1988) ve (Özcan, 1982) den yararlanılmıştır.

2.2.6. Tasarım hesaplamalarında kullanılan eşitlikler

Kütlenin kuvvete dönüştürülmesi:

$$F = m \times g \dots\dots\dots(1)$$

Burada, F: Kuvvet (N), m: Kütle (kg), g: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s²)'dir.

Sisteme x eksenine doğrultusunda etkiyen kuvvetler:

$$\sum F_x = 0 \dots\dots\dots(2)$$

Sisteme y eksenine doğrultusunda etkiyen kuvvetler:

$$\sum F_y = 0 \dots\dots\dots(3)$$

Sisteme etkiyen momentler:

$$\sum M = 0 \dots\dots\dots(4)$$

Maksimum eğme gerilmesi:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max} \times y_{\max}}{I_c} \dots \dots \dots (5)$$

Burada, σ_{\max} : Maksimum eğilme gerilmesi (N/m²), M_{\max} : Maksimum moment (Nm), y_{\max} : Tarafsız eksene olan uzaklık (m), I_c : Tarafsız eksene göre atalet momenti (m⁴)'dir.

Statik durumda emniyetli kayma gerilmesi hesabı:

$$\tau_w = \frac{\tau}{n} \dots \dots \dots (6)$$

Burada τ_w : Emniyetli kayma gerilmesi (N/m²), τ : Kayma gerilmesi (N/m²), n: Güvenlik katsayısı'dır.

Statik durumda emniyetli akma gerilmesi hesabı:

$$\sigma_w = \frac{\sigma}{n} \dots \dots \dots (7)$$

Burada, σ_w : Emniyetli kayma gerilmesi (N/m²), σ : Kayma gerilmesi (N/m²), n: Güvenlik katsayısı'dır.

Kesme kuvvetinin neden olduğu kesme gerilmesi:

$$\tau = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (8)$$

Burada, τ : Kesme kuvvetinin neden olduğu kayma gerilmesi (N/mm²), F: Kesme kuvveti (N), A: Toplam kaynak alanı (mm²)'dir.

Toplam kaynak alanı:

$$A = n \times h \times l \dots \dots \dots (9)$$

Burada, A: Toplam kaynak alanı (mm²), n: Sabit, l: Kaynak boyutuna bağlı değer (mm)-Tablolardan alınmıştır (Shigley, 1986), h: Kaynak ağız genişliği (mm)'dir.

Hidrolik pistonun oluşturacağı kuvvetin hesaplanması:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(10)$$

Burada, P: Basınç (N/m²), F: Kuvvet (N), A: Pistonun etki alanı (m²)'dir.

Eğilme momentinin neden olduğu akma gerilmesi:

$$\sigma_w = \frac{M_{\max}}{S_c} \dots\dots\dots(11)$$

Burada σ_w : Emniyetli kayma gerilmesi (N/m²), M_{\max} : Kesme kuvveti (N), S_c : Mukavemet momenti (m³)'dir.

Yana devrilme kritik açısı:

$$tg\beta_k = \frac{l_{t1} \times tg\beta_1}{h_{ts}} \dots\dots\dots(12)$$

Burada, β_k : Yana devrilme kritik meyil açısı (derece), l_{t1} : Ağırlık merkezinin çeki halkasına yatay uzaklığı (m), β_1 : Bir dingilli taşıtın iki tekerleğin aks üzerindeki bağlantı noktaları ile çeki kancası bağlantı noktası arasında oluşan üçgenin tepe açısının yarısı (derece), h_{ts} : Yüklü taşıtın ağırlık merkezinin yerden yüksekliği (m)'dir.

Bir dingilli taşıtın iki tekerleğin aks üzerindeki bağlantı noktaları ile çeki kancası bağlantı noktası arasında oluşan üçgenin tepe açısının yarısı:

$$tg\beta_1 = \frac{i}{2 \times l_t} \dots\dots\dots(13)$$

i : İz genişliği (m), l_t : Çeki halkasının dingile yatay uzaklığı (m)'dir.

Kaynağa etkiyen eğilme momentinden dolayı oluşan normal gerilme:

$$\sigma'' = \frac{M \cdot y}{I_c} \dots \dots \dots (14)$$

σ'' :Kaynak gerilmesi (N/mm²), M: Moment (Nm), y: Bağımsız eksene olan mesafe (mm), I_c :Tarafsız eksene göre atalet momenti (mm⁴)’dir.

Momentin hesaplanması:

$$M = F \cdot d \dots \dots \dots (15)$$

M: Moment (Nm), F: Uygulanan kuvvet (N), d: Kuvvetin moment alınacak noktaya olan uzaklığı (mm)’dir.

Kaynak için atalet momenti:

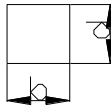
$$I_c = 0,707 \times h \times I_u \dots \dots \dots (16)$$

I_c : Tarafsız eksene göre atalet momenti (mm⁴), h:Kaynak ağız genişliği (mm), I_u: Kaynak geometrik şeklinin atalet momenti (mm⁴)’dir.

Dikdörtgen geometrik yapılı kaynağın atalet momenti:

$$I_u = \frac{d^2}{6} (3b + d) \dots \dots \dots (17)$$

I_u: Dikdörtgen geometrik yapılı kaynağın atalet momenti (mm⁴), b, d : Kaynak boyutları (mm)’dir. Kaynak boyutları Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2. Kaynak boyutları

Kaynağa etkiyen eşdeğer gerilme:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\tau^2 + \sigma'^2} \dots\dots\dots(18)$$

σ_{\max} : Kaynağa etkiyen maksimum eşdeğer gerilme (N/mm²), τ : Çekme kuvvetlerinden dolayı oluşan gerilme (N/mm²), σ' : Eğilme momentinden dolayı oluşan gerilme (N/mm²)'dir.

Dikdörtgen kesit dışındaki malzemelerde maksimum kayma gerilmesi:

$$\tau_{\max} = \frac{V \times S_c}{b_y \times I_c} \dots\dots\dots(19)$$

V: Kesme kuvvet (N), S_c : Mukavemet momenti (m³), b_y : Kayma gerilmesi aranan kesitin genişliği (m), I_c : Tarafsız eksene göre atalet momentin (m⁴)'dir.

Çember geometrik yapılı kaynağın atalet momenti:

$$I_u = \pi \times r^3 \dots\dots\dots(20)$$

I_u : Dikdörtgen geometrik yapılı kaynağın atalet momenti (mm⁴), r: Kaynak çemberinin yarıçapı (mm)'dir.

Platform çeki kancasına etki eden kuvvet:

$$N_{\zeta} = \frac{P \times V}{1000} \dots\dots\dots(21)$$

N_{ζ} : Traktör çeki gücü (kW), P : Traktör çeki kuvveti (N), V: Traktör ilerleme hızı (m/s)'dir.

Kuvvetinin neden olduğu normal gerilme:

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(22)$$

σ : Kuvvetinin neden olduğu normal gerilme (N/m²), F: Kesme kuvveti (N), A: Toplam kaynak alanı (m²)'dir.

Eşdeğer gerilme:

$$\sigma = \sigma_{\text{çekme}} + \sigma_{\text{egilme}} \dots\dots\dots(23)$$

$\sigma_{\text{eş}}$: Sisteme etkiyen toplam gerilme (N/m²), $\sigma_{\text{çek}}$: Çekme kuvvetlerinin oluşturduğu gerilme(N/m²), σ_{egilme} : Eğilme momentinin oluşturduğu gerilme (N/m²)’dir.

Burkulma yükü:

$$K = \frac{\pi^2 \times E \times I}{I_k^2} \dots\dots\dots(24)$$

K: Burkulma yükü (N), E: Elastikiyet modülü (N/m²), I: Atalet momenti (m⁴), I_k: Serbest burkulma boyu (m)’dir.

Maksimum çalışma yükü:

$$\sigma = \frac{K}{S} \dots\dots\dots(25)$$

F: Maksimum çalışma yükü (N), K: Burkulma yükü (N), S: Emniyet katsayısıdır.

Piston hızı hesabı:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots(26)$$

Q : Debi (m³/s), A : Piston alanı (m²), V : Hız (m/s)’dir.

Düz kaynağın atalet momenti:

$$I_u = \frac{d^3}{12} \dots\dots\dots(27)$$

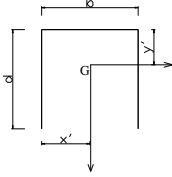
I_u: Düz kaynağın atalet momenti (mm⁴), d: Kaynak uzunluğu (mm)’dir.

U geometrik yapıli kaynağın atalet momenti:

$$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2 y' + (b + 2d)y'^2 \dots\dots\dots(28)$$

I_u : Üç köşe geometrik yapılı kaynağın atalet momenti (mm⁴), b,d : Kaynak boyutları (mm), y' : Ağırlık merkezine y ekseninden olan uzaklık (mm)'dir.

Üç köşe geometrik yapılı kaynağın boyutları Şekil 3.3' de verilmiştir.



Şekil 2.3. U geometrik yapılı kaynak boyutları

U geometrik yapılı kaynağın ağırlık merkezine y ekseninden olan uzaklık:

$$y' = \frac{d^2}{b+2d} \dots \dots \dots (29)$$

y' :Ağırlık merkezine y ekseninden olan uzaklık (mm), b, d:Kaynak boyutları (mm).

2.2.7. Platform teknik resim çizimleri

Yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen boyutlardan, meyve hasat platformu çizimi AutoCAD programı yardımıyla yapılmıştır.

2.2.8. Platform malzemesi

Tasarımda kullanılan tüm malzemeler metal malzemeler olup standart profillerdir. Tasarım için yapılması öngörülen yapı, yapıya uygun profiller, bağlantı elemanları belirlenmiş ve boyutlandırılmıştır.

2.2.9. Platform hareket gücünün belirlenmesi

Platform hareket direnci gücü, Eşitlik 30 (Sabancı, 1993) yüklü ve yüksüz olması durumunda hesaplanmıştır.

$$N_{hdd} = \frac{G \times f \times V}{1000} \dots\dots\dots(30)$$

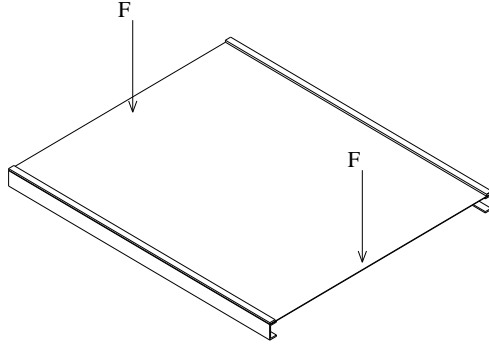
N_{hdd} : Hareket direnci için gerekli güç (kW), G: Makina ağırlığı (N), f: Tekerlek yuvarlanma direnci katsayısı (Özmerzi ve ark., 2004), V: Traktör ilerleme hızı (m/s)'dir

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Üst tabla tasarımı

Çalışma sırasında çalışanın platformun orta noktasında durduğunda iki elini açabileceği maksimum mesafe, ülkemizdeki bayanlar için 1700 mm ve boyları ise 150 cm olmaktadır (Sabancı, 1999). Ayrıca yanlara açılan kanatlarında 1000'er mm açılacağı göz önüne alındığında, çalışana rahat bir çalışma alanı oluşturması açısından üst tabla 2000x1700 mm boyutlarında belirlenmiştir. 2000 mm'lik 2 adet u demiri üzerine sac kaynak edilerek üst tabla gövdesi elde edilmiş, sacın dayanıklı olması açısından iki u demiri üzerine lama konulup kaynak edilmiştir. Belirlenen üst tabla yapısı Şekil 3.1'de verilmiştir. Üst tablanın boyutlandırılması için öncelikle sistemin üzerine binecek olan net kuvvetin belirlenmesi gerekir. Makina üzerinde 2 kişi çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Türkiye'de standart erkek işçi ağırlığı yaklaşık 70 kg dır (Sabancı, 1999). Her ne kadar sistemde dinamik kuvvetlerin etkisi yok denecek kadar az olsa da işçilerin, platform aşağı yukarı hareket ederken, hareket edeceklerini ve dolayısı ile azda olsa bir dinamik kuvvete sebep olacaklarını düşünerek her bir işçinin 100 kg olduğu kabul edilmiştir. Hasat edilen meyvelerin platform üzerinde taşınacağı da düşünülüp her bir işçinin topladığı meyveleri koyması için 4 kasa olduğu ve kasaların ortalama 10 kg olduğu düşünülürse toplam 80 kg'lık bir kasa yükü olacaktır. Bu durumda üst tablaya

etkiyen toplam yük 280 kg olarak kabul edilmiştir. Üst tabla sacı iki taraftan kaynak edildiğinden saca gelen yük tablanın altına konacak olan u profiller tarafında da taşınır. Bu durumda üst tabla sacının kalınlığı kaynak edilebilir makul bir kalınlıkta 2 mm olarak seçilmiştir. Sac kalınlığı belirlendikten sonra sacın üzerine kaynak edilecek u profillerin boyutlandırılması yapılmıştır. u profillere etkiyen toplam kuvvet 280 kg'lık yük (Eşitlik 1'den 2747 N) ve sacın ağırlığıdır. Bu durumda u profillere etkiyen toplam kuvvet 2747 N'dur. Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6$ N/m², kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6$ N/m² olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli eğme gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6$ N/m², emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w=8 \times 10^6$ N/m² olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 8'den $A=3.44$ cm² olarak bulunur. İlgili tablolardan (Anonim, 2006), bulunan alan değerinden daha büyük olan değerdeki u profil olan 60 mm'lik u profil den 2 adet seçilmiştir. Üst tabla sacı ile u profiller birbirlerine 5'er yerden 10'ar mm'lik köşe kaynakları ile tutturulmuşlardır. Tüm aksiliklere karşı 40x10 ebadında bir lama sacın üzerinden destek amacıyla kaynak edilmiştir (Şekil 3.1).

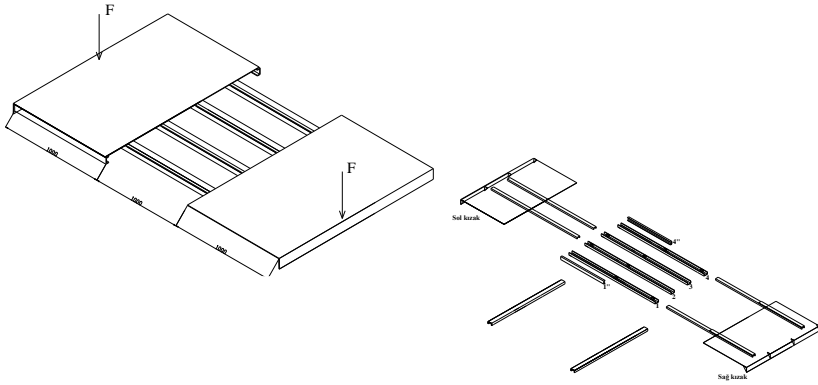


Şekil 3.1. Üst tabla

3.2. Kızak sistemi tasarımı

Kızak sistemi, sıra arası 4 m'ye kadar olan ağaçları hasat edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Tasarlanan üst tablanın boyutları 2000x1700 mm olarak belirlenmiştir. Alanın bu şekilde belirlenmesinin bir nedeni de kızaklar yanlara açılınca kızakları destekleyecek miktarda bir uzunluğun üst tabla altında kalarak mesnet görevi yapmasıdır. Platform, sağda ve solda olmak üzere 2 adet kızağa sahiptir. Kızakların her biri 1000 mm doğrultuda yana doğru ileri-geri hareket edebilmektedir. Hareket hidrolik sistem yardımı ile sağlanmıştır. Yana açılan kızaklar için iç içe geçmiş 2 u demiri (bu u demirlerinden altta olan hareketsiz üstte olan ise alttaki u demirinin içinde hareket edebilecek şekilde) seçilmiştir. Hareketin daha kolay yapılması için sabit olan u demirinin içine rulman yerleştirilmiştir. Hareketli olan u demirine sac profil kaynak edilerek işçilerin rahatlıkla çalışabilecekleri bir tabla oluşturulmuştur. Toplam 4 adet profil öngörölmüş olup profiller 2000 mm uzunluğunda ve profiller arası mesafe 300 mm olarak belirlenmiştir. 1 ve 4 numaralı profiller sağ taraftaki tablayı, 2 ve 3 no'lu profiller ise sol taraftaki tablayı destekleyecek şekilde düzenlenmiştir. 2 ve 3

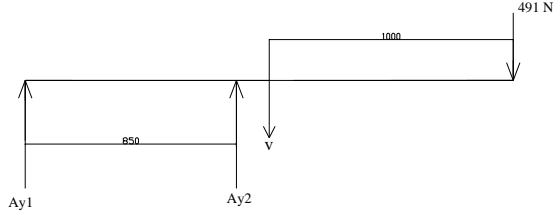
no'lu profillerce desteklenen sol taraftaki tabla mesnetler ortada kaldığından dolayı sehim yapabileceğinden, üst tablanın 50 mm'lik u profiline içine uygun boyutta bir profil kaynak edilerek sehim engellenmiştir. Sağ ve sol tarafta kaynak edilen sacların birbirleri ile çakışmaması ve hareketli sistemin sorunsuz çalışması için 1 ve 4 no'lu hareketli u profillerinin üzerine 1000 mm lama kaynak edilmiştir. Tüm kızak sistemi ve üst tabla arası 2000 mm olan u demirlerinin üzerine kaynak edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Kızak sistemi

Kızak sisteminde, önce sağ taraftaki kızak sacının ve hareketli profillerin sonra sol taraftaki kızak sacı ve profillerin boyutları belirlenmiştir. Farklı boyutların bulunması halinde, sistemde malzeme standardizasyonunun sağlanması amacı ile, büyük boyutlu olan uzunluklar baz alınarak diğer elemanlar boyutlandırılmıştır. Tasarım her bir kızakta 1 kişi (100 kg) çalışacak şekilde yapılmıştır. Üst tabla sacı iki taraftan kaynak edildiğinden saca gelen yük tablanın altına konacak olan u profiller tarafında da taşınır. Bu durumda üst tabla sacının kalınlığı kaynak edilebilir

makul bir kalınlıkta 2 mm olarak seçilmiştir. Sacın boyu ise 200 mm fazla alınarak, hidrolik piston için, büküm payı bırakılmıştır. Sağ taraftaki sistem için ilk önce sisteme etkiyen kuvvetler Şekil 3.3'deki gibi belirlenmiştir.

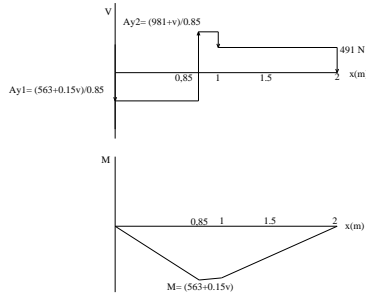


Şekil 3.3. Sağ kızağa etkiyen kuvvetler

Mesnet tepkileri; Eşitlik 2, 3 ve 4 kullanılarak;

$$A_{y1} = -\left(\frac{563+0.15v}{0.85}\right) \quad \text{ve} \quad A_{y2} = \frac{v+981}{0.85}$$

bulunmuştur. Bu değerlerden sisteme ait kesme kuvveti ve moment diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Sağ kızak için kesme kuvveti ve moment diyagramları

Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6$ N/m², kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6$ N/m² olarak malzeme

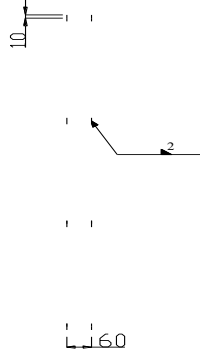
kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w=8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 11'den;

$$78.4 \times 10^6 = \frac{(563 + 0.15 v)}{S_c}$$

bulunmuştur. İlgili tablolardan (Anonim, 2006), birim metre başına düşen profil ağırlığı ve bu ağırlığa karşılık gelen S_c değerlerine bağlı olarak 40 mm'lik u profil seçilmiştir. Eşitlik 5 kullanılarak profilin güvenliği onanmıştır.

$$\sigma_{\max} = \frac{(563 + (0.15 \times 95.5)) \times 20 \times 10^{-3}}{26.4 \times 10^{-8}} = 43.7 \times 10^6 \leq 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olduğundan güvenlidir. Bu aşamaya kadar kızak sisteminin sabit bir yapısının olduğu kabul edilerek boyutlandırma yapılmıştır. Sistem kaynaklı bağlantı ile birleştirilmiştir. Bunun için kaynak hesabı yapıp sistemin sağlamlığı onanmalıdır. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu kullanılmıştır (Yazıcıoğlu, 1999). Kaynak geometrik şekli Şekil 3.5'deki gibi olup toplam 8 yerden 10 mm'lik kaynak ile tutturulmuştur. Kızağın kaynak yapılan yerleri toplam 1267 N'luk kuvvetin etkisi altındadır. Hesaplamalar Eşitlik 8'e göre yapılmıştır.

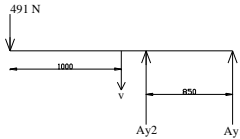


Şekil 3.5. Sağ kızak için kaynak geometrik şekli

Kaynak köşe kaynağı olup kaynak ağzı genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 113.2 mm² bulunmuştur (Eşitlik 9). Bulunan bu alan değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1267}{113.2} = 11.2 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. İki kızıağın üst tabla içerisinde sorunsuz olarak çalışabilmesi için sağ taraftaki kızıağın üzerine 5x40 mm'lik bir lama kaynak edilip bunun üzerine sac kaynak edilmiştir. Bu şekilde saclar bağlı olduğu u demirlerinin hareketi ile içeri-dışarı hareketlerini sorunsuz olarak gerçekleştirmiştir. Sol kızıağa etkiyen kuvvetler Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

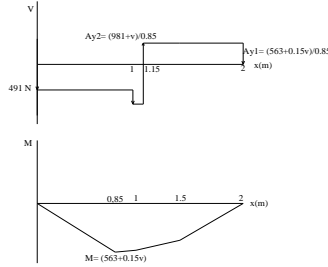


Şekil 3.6. Sol kızıağa etkiyen kuvvetler

Mesnet tepkileri; Eşitlik 2, 3 ve 4 kullanılarak;

$$Ay_1 = -\left(\frac{563+0.15v}{0.85}\right) \text{ ve } Ay_2 = \frac{v+981}{0.85}$$

bulunmuştur. Bu değerlerden sisteme ait kesme kuvveti ve moment diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Sol kızak için kesme kuvveti ve moment diyagramları

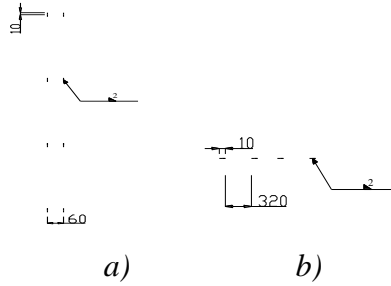
Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6$ N/m², kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6$ N/m² olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6$ N/m², emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w=8 \times 10^6$ N/m² olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 11'den;

$$78.4 \times 10^6 = \frac{(563 + 0.15v)}{S_c}$$

bulunmuştur. İlgili tablolardan (Anonim, 2006), birim metre başına düşen profil ağırlığı ve bu ağırlığa karşılık gelen S_c değerlerine bağlı olarak 40 mm'lik u profil seçilmiştir. Eşitlik 5 kullanılarak tprofilin güvenliği onanmıştır.

$$\sigma_{\max} = \frac{(563 + (0.15 \times 47.8)) \times 20 \times 10^{-3}}{26.4 \times 10^{-8}} = 43.2 \times 10^6 \leq 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olduğundan güvenlidir. Kaynak hesabı yapıp sistemin sağlamlığı onanmıştır. Kaynak işleminde, emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu (Yazıcıoğlu, 1999) kullanılmıştır. 2 ve 3 no'lu profiller için kaynak geometrik şekli, için sac toplam 8 yerden 10'ar mm'lik kaynak ile tutturulmuştur (Şekil 3.8). 1'' ve 4'' mesnetleri ise sac ile kaynak edilmeyip üst tablanın 50'lik u profillerinin içine dikey olarak 4 yerden 10'ar mm lik kaynak ile tutturulmuştur (Şekil 3.8b). 2 ve 3 no'lu profiller için kaynak yapılan yerleri 1267 N'luk kuvvetin etkisi altındadır. Hesaplamalar Eşitlik 8'e göre yapılmıştır.



Şekil 3.8. Sol kızak için kaynak geometrik şekli

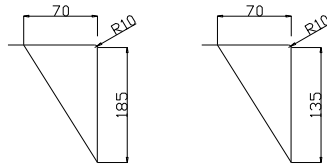
Kaynak köşe kaynağı olup, kaynak ağzı genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 282.8 mm² bulunmuştur (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1267}{113.2} = 11.2 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. 1'' ve 4'' no'lu profiller için kaynak yapılan yerleri de 1267 N'luk kuvvetin etkisi altındadır. Kaynak, köşe kaynağı olup, kaynak ağzı genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 56.56 mm² bulunmuştur (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1267}{56.56} = 22.4 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. U profillerin et kalınlığı da göz önüne alınarak saclar $1700-20=1680$ mm olarak kesilip yerleştirilmiştir. Büküm payı olarak fazladan bırakılan 200 mm, sol kızak için tamamı büküm payı olarak, sağ kızak için ise 150 mm'si büküm payı kalan 50 mm ise kızak tamamen açıldığında piston konumunu dengelemek için içerde kalacak şekilde bırakılmıştır. Bükümler $R=10$ mm yarıçapında bir yuvarlatma ile yapılmıştır. Bükülen yerlerin kızak sacı ve büküm bölgesi arasına daha sonra yerleştirilecek hidrolik piston da düşünülerek üçgen şeklinde $6 \times 70 \times 185$ (sol kızak için) ve $6 \times 70 \times 135$ (sağ kızak için) toplam 4'er adet sacdan kesilmiş üçgen profil kesilip, eşit aralıklı olacak şekilde Şekil 3.19'da belirtildiği gibi kaynak edilmiştir. Üçgen profillerin sadece bir yüzeyi yüke maruzdur diğer yüzey sadece destekleme içindir. Yüke maruz olan kısma yapılan kaynağa piston tarafından uygulanan eğilme kuvveti etki eder. Parça kesitinden çok kaynak dayanımı önemlidir. Çünkü parçaya gelen direkt bir kuvvet bulunmamaktadır.

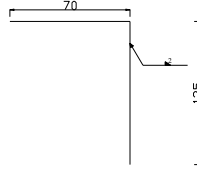


Sol kızak için Sağ kızak için

Şekil 3.9. Kızak sacının büküm yeri destekleri

İki tarım işçisinin de bir kızakta çalıştığı düşünüldüğünde pistonun toplam 2735 N'luk bir yükü itmesi gerekir. Burada yuvarlanma sürtünmesi yenildiği takdirde hareket başlayacaktır.

Rulmanları sürtünme katsayısı 0.2 alınarak, yuvarlanma sürtünmesini yenmek için gerekli kuvvet 547 N olarak bulunur. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu (Yazıcıoğlu, 1999) kullanılmıştır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.10’da verilmiştir. Etkili kaynak 70 mm’lik kaynaktır.

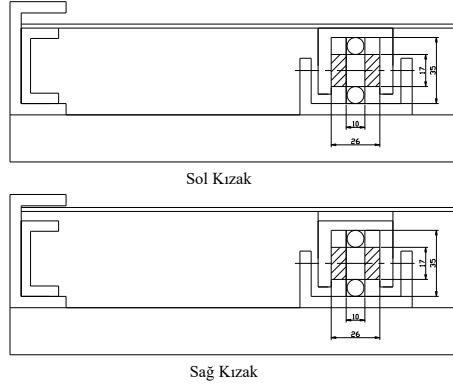


Şekil 3.10. Destek üçgenleri için kaynak geometrik şekli

Kaynak köşe kaynağı olup, kaynak ağzı genişliği 2 mm’dir. Kaynak alanı 198 mm² bulunmuştur (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8’de yerine konulduğunda;

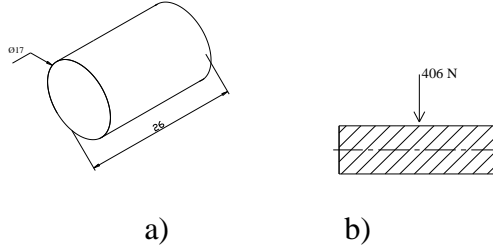
$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{547}{198} = 2.76 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Profil standartları göz önünde bulundurularak en uygun profil 60’lık u profil olmaktadır. Profil uzunlukları 2000 mm’dir. Sistemde hareketli profillerin sabit profiller içerisinde rahatlıkla ileri geri hareketini sağlamak amacı ile sabit profillere 2’şer adet rulman yerleştirilmiştir. Rulmanlar sabit profillerin dış taraflarından ve orta noktalarından 100’er mm içeride olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kızaklar tam açıldığında bile 2’şer adet rulman destekleme görevi yapacaktır. Sistemin boyutlarının zorunluluğundan kataloglardan (Anonim, 1985) dış çapı 35 mm, iç çapı 17 mm, genişliği 10 mm olan sabit bilyalı 6003 rulmanından 8 adet seçilmiştir (Şekil 3.11). Toz ve diğer olumsuz faktörlerden dolayı rulman 2RS olarak alınmıştır (Anonim, 1985).



Şekil 3.11. Sağ ve sol kızaklar için rulman yerleşimi

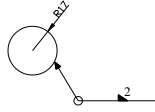
Seçilen rulmanlar burada makara görevi yapacaklarından dolayı ömür ve dayanım hesabı yapılmamıştır. Rulmanın yerleştirileceği çubuğun rulman geçecek kısmının çapı 17 mm olmak zorundadır. Yapılan hesaplamalar sonucu çubuk içteki 40'lık u profil içinde 26 mm boyunda ve 17 mm çapında olmalıdır. Sistem ve etkiyen kuvvetler Şekil 3.12'de verilmiştir.



Şekil 3.12. Rulman mili ve etki eden kuvvetler

Boyutlandırılan malzemelerin kataloglardan birim metre başına düşen ağırlıkları ve Eşitlik 1 kullanılarak; sağ kızağa 640 N, sol kızağa 560 N'luk bir kuvvet etki ettiği belirlenmiştir. Her bir kızakta 1 işçi çalışacağı düşünülürse her bir kızağa 100 kg Eşitlik 1'den 981 N'luk kuvvet etki eder. En kötü yük durumu sağ kızakta

olup 1621 N'dur. İki adet u demiri olduğundan u demiri başına 811 N, rulman başına ise 406 N'luk kuvvet etki eder. Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6$ N/m², kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6$ N/m² olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6$ N/m², emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w=8 \times 10^6$ N/m² olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 8'den $\tau=2.25 \times 10^5$ N/m² olarak bulunur. Bu değer emniyetli kayma gerilmesi değerinden küçük olduğundan mil güvenlidir. Çubuk uç noktalarından kaynaklı bağlantı ile tutturulmuştur. Kaynaklı bağlantı eğilme kuvvetlerinin etkisi altında çalışmaktadır. Her bir kaynağa 203 N'luk kuvvet etki etmektedir. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu (Yazıcıoğlu, 1999) kullanılmıştır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.13'de verilmiştir. Hesaplamalar Eşitlik 8 ile yapılmıştır



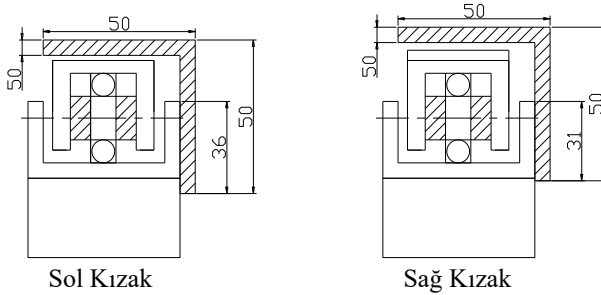
Şekil 3.13. Rulman mili kaynak geometrik şekli

Kaynak yuvarlak kaynak olup, kaynak ağız genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 151 mm² bulunmuştur (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{203}{151} = 1.34 \leq 199 \text{ MPa}$$

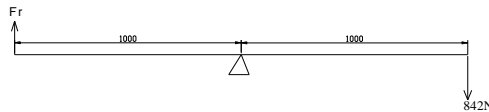
olduğundan kaynak güvenlidir. Kızaklar tam açıldıklarında kızak tablası üzerinde çalışan işçilerin ağırlıkları ve kızak ağırlıklarından dolayı kızakların üst tabla altında kalan kısımları

yukarı doğru kalkma eğilimi göstermeye başlayacaklardır. Bu olumsuz durumu gidermek için, sistem geometrisinden dolayı, Şekil 3.14’de görüldüğü gibi 50x50 mm’lik bir köşebent, her bir kızağa hareketli u profille aralarında 1 mm kalacak şekilde (sürtünmemesi için) kaynak edilmiştir.



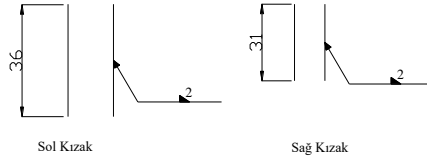
Şekil 3.14. Sağ ve sol kızak destek çubukları

Çubuk, kızak maksimum yana açıldığında 1000 mm içerde, 1000 mm dışarıda kalacak şekilde konumlanacak, sağ taraftaki mesnet sayısı ve ekstra olarak 5x40 mm’lik lama ağırlığından dolayı maksimum yük durumu sağ çubukta olacaktır. 5x40 mm’lik lamanın 1000 mm’si imalatçı firma kataloglarından (Anonim, 2006) 1.57 kg, bu değer Eşitlik 1’den 15.4 N gelmektedir. Ayrıca her bir çubuğa 491 N’luk işçilerin ağırlığının ve 320.2 N sac ağırlığının etki ettiğini de göz önüne alınırsa toplam 842 N’luk kuvvet her bir çubuğa etki etmektedir. Bu durumda sistemin dengede kalması için oluşacak reaksiyon kuvvetinin kaynak bağlantısı tarafından Şekil 3.15’deki gibi karşılanması gerekir.



Şekil 3.15. Kızak destek çubuğunun denge durumu

Eşitlik 15'den; $F_r=842$ N olarak bulunur. Sol kızak için 72 mm, sağ kızak için ise 62 mm'lik bir kaynak uzunluğu söz konusudur. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu (Yazıcıoğlu, 1999) kullanılmıştır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.16'da verilmiştir. Hesaplamalar Eşitlik 8'e göre yapılmıştır.



Şekil 3.16. Destek çubukları için kaynak geometrik şekli

Kaynak köşe kaynağı olup, kaynak ağzı genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı sol kızak için 101.8 mm^2 , sağ kızak için 87.7 mm^2 olarak bulunmuştur (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

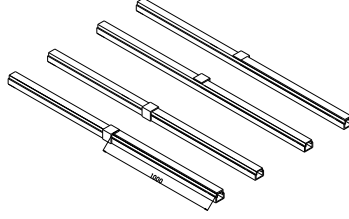
Sol kızak için;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{842}{101.8} = 8.27 \leq 199 \text{ MPa}$$

Sağ kızak için;

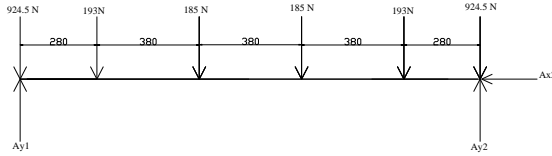
$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{842}{87.7} = 9.6 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Seçilen köşebentler Şekil 3.17'deki gibi kızaklara 1000 mm mesafede yerleştirilmiştir.



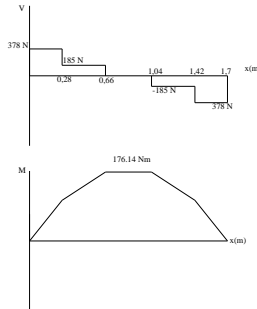
Şekil 3.17. Destek çubukları yerleşimi

Üst tabladan toplam 1849 N, sağ kızaktan 386 N, sol kızaktan 370 N'luk kuvvetler profile 2'şer mesnetten etki etmektedir (Şekil 3.18). Kızak destek profili 2 uçtan kızak sistemini taşıyacak makasa bağlanmıştır. Makas uçlarından birisi kayar mafsal diğeri ise sabit mafsaldır.



Şekil 3.18. Kızak destek profillerine etkiyen kuvvetler

Eşitlik 2, 3 ve 4 kullanılarak mesnet tepkileri; $Ay1= 1302$ N ve $Ay2= 1302$ N olarak bulunmuştur. Bulunan değerlere göre kesme kuvveti ve moment diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.29).

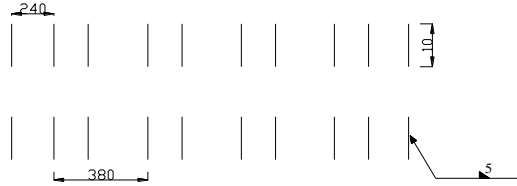


Şekil 3.19. Destek profili için kesme kuvveti ve moment diyagramı

Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6$ N/m², kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6$ N/m² olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6$ N/m², emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w=8 \times 10^6$ N/m² olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 11'den bulunan mukavemet momenti değerine göre ilgili tablolardan (Anonim, 2006) 60 mm'lik u profil seçilmiştir. Eşitlik 5 kullanılarak profilin güvenliği onanmıştır.

$$\sigma_{\max} = \frac{176.14 \times 30 \times 10^{-3}}{31.6 \times 10^{-8}} = 16.7 \times 10^6 \leq 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olduğundan güvenlidir. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu (Yazıcıoğlu, 1999) kullanılmıştır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.20'deki gibidir. Hesaplamalar Eşitlik 8'e göre yapılmıştır.



Şekil 3.20. Kızak destek profili için kaynak geometrik şekli

Burada yapılan kaynakların hiçbirinin ana görevi yük taşımak değildir. Hepsisi destek profili üzerine konacak diğer parçaların sabitlenmesi için yapılmışlardır. Kaynak köşe kaynağı olup kaynak ağzı genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı, sağ kızak için 113.12 mm², sol kızak için 113.12 mm², üst tabla için 56.56 mm²

olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Sağ kızıktan dolayı 386 N'luk yük binmektedir. Bu değer Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{386}{113.12} = 3.41 \leq 199 \text{MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Sol kızıktan dolayı 370 N'luk yük binmektedir. Bu değer Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

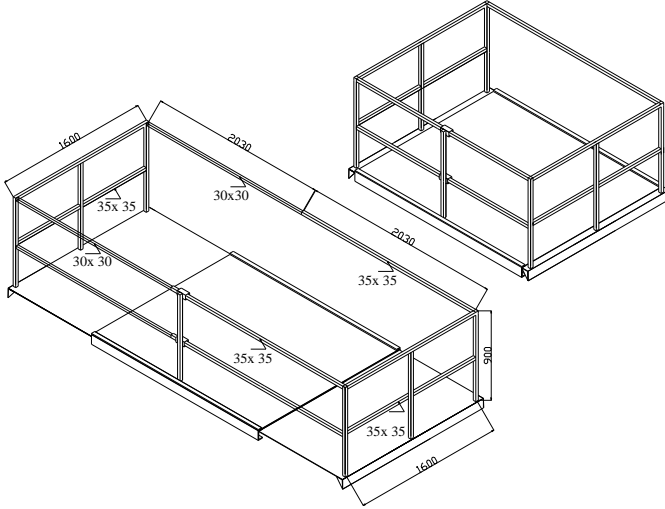
$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{370}{113.12} = 3.27 \leq 199 \text{MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Üs tabladan dolayı 1849 N'luk yük binmektedir. Bu değer Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1849}{56.56} = 32.69 \leq 199 \text{MPa}$$

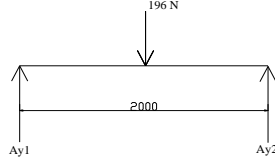
olduğundan kaynak güvenlidir. Sonuç olarak kızak destek profili olarak 60'lık u demirinden 1700 mm boyunda 2 adet seçilip diğer parçalar bu profilin üzerine kaynak edilmiştir. Tarım işçilerinin çalışma güvenliklerinin sağlanması için bir korkuluk düzeni platforma eklenmiştir (Şekil 3.21). Platform yanlara açıldığında korkuluklarda yana açılacak, kapanınca korkuluklar da kapanacaktır. Platformun ön, sağ, sol bölümlerine 900 mm boyunda eşit aralıklarla kare profilden çubuk kaynak edilmiştir. Çubukların orta yerlerinden birer profil daha kaynak edilip ön taraftaki ve arka taraftaki profillerin içlerine mevcut profilden 1 boy küçük bir başka profil yerleştirilmiş, bu sayede platformun açılıp kapanması sırasında korkulukların da açılıp kapanması sağlanmıştır. Arka tarafın ortasına tarım işçilerinin inip binmesini kolaylaştırması bakımından orta çubuk eklenmemiştir. Ön tarafın orta noktasında bulunan korkuluklar kaynak edilmeyip bir muhafaza içine konarak yumuşak bir şekilde hareket etmeleri sağlanmıştır. Köşelere yerleştirilen

çubuklar kızak saclarının köşelerinden 50 mm mesafede yerleştirilmiştir. Bu nedenle 1600 mm'lik 4 adet, 900 mm'lik 7 adet, yanlara açılma için 2030 mm boyunda 3 adet profile ve bu profillerin içine geçecek şekilde seçilen profilden 1 boy küçük 3 adet 2030 mm boyunda profile ihtiyaç vardır. Korkuluk seçiminde bir insanın oluşturabileceği çeki kuvvetinin canlı ağırlığının 1/10'u kadar olduğu göz önünde bulundurulmuştur (Tezer ve Sabancı, 1992). Toplam 200 kg yükün hepsinin korkuluğa yüklendiği düşünüldüğünde bu kuvvetin 1/10'u olan 20 kg (Eşitlik 1'den 196 N) bir yük korkuluklara etki eder.

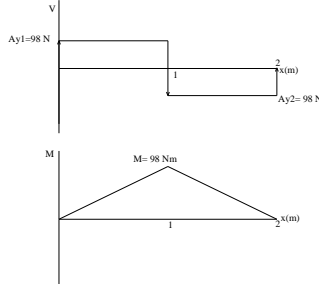


Şekil 3.21. Korkuluk düzeni (kapalı ve açık durum)

Korkuluğa 196 N'luk bir kuvvetin arkadaki çubuğa etki ettiği düşünüldüğünde (Şekil 3.22), Eşitlik 3 ve 4'den mesnet tepkileri; $Ay_1 = 98 \text{ N}$ ve $Ay_2 = 98 \text{ N}$ olarak bulunur. Bulunan değerlere göre kesme kuvveti ve moment diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.23).



Şekil 3.22.Korkuluğa etkiyen kuvvetler



Şekil 3.23.Korkuluk için kesme kuvveti ve moment diyagramı

Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6$ N/m², kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6$ N/m² olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6$ N/m², emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w=8 \times 10^6$ N/m² olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 11'den bulunan mukavemet momenti değerine göre (1.25 cm³) ilgili tablolardan (Anonim, 2006) 30x30 mm'lik 1.5 mm et kalınlığında kare profil seçilmiştir. Eşitlik 5 kullanılarak profilin güvenliği onanmıştır.

$$\sigma_{\max} = \frac{98 \times 15 \times 10^{-3}}{2.22 \times 10^{-8}} = 66.2 \times 10^6 \leq 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olduğundan güvenlidir. Bu profilin dışına ise bu profilden bir boy büyük olan 35x35 mm'lik 1 mm et kalınlığında kare profil seçilmiştir. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E

6010 elektrot çubuğu (Yazıcıoğlu, 1999) kullanılmıştır. Kaynak geometrik dikdörtgen şeklinde 35 mm'lik profilin çevresi kaynak edilmiştir (Şekil 3.24). Toplam 7 adet olan 35x35 mm'lik dikey profillerin hepsi üst tabla ve kızağa kaynakla tutturulmuştur. Ancak bu hesaplamada tüm yükün bir noktaya uygulandığı düşünüldüğünden yalnızca 2 çubuk için hesaplama yapılmıştır. Hesaplamalar Eşitlik 8'e göre yapılmıştır. Kaynak köşe kaynağı olup, kaynak ağız genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 197.96 mm² olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{98}{197.96} = 0.495 \leq 199 \text{ MPa}$$

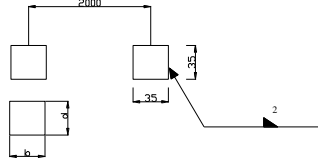
olduğundan kaynak güvenlidir. Korkuluk sistemi aynı zamanda eğilme momenti altında da çalışmaktadır. Bu nedenle eğilme momenti de dikkate alınmıştır. Çubuğa etkiyen eğilme momenti Eşitlik 15'den 176400 Nmm olarak bulunmuştur. Ancak bu moment iki kaynağa da etkiğinden ikiye bölünmelidir. Sistemin atalet momenti Eşitlik 16 ve 17 kullanılarak 40416 mm⁴ olarak bulunur. Bu değerler Eşitlik 14'de yerine yazıldığında eğilme momentinden dolayı oluşan kayma gerilmesi;

$$\sigma'' = \frac{88200 \times 17.5}{40416} = 38.2 \text{ MPa}$$

olarak bulunur. Sisteme etkiyen toplam gerilme Eşitlik 18'den;

$$\sigma_{\max} = \sqrt{0.495^2 + 38.2^2} = 38.02 \leq 199 \text{ MPa}$$

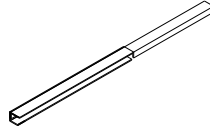
olduğundan kaynak güvenlidir.



Şekil 3.24. Korkuluk için kaynak geometrik şekli

3.3. Makas sistemi tasarımı

Tasarlanan makasın toplam 4 adet mesneti vardır. Bu mesnetlerden ikisi kızak destek profiline, ikisi de boyutlandırılması daha sonra yapılacak olan alt tabladadır. Her iki ucun da platformun ön tarafına bakan kısımları kayar mafsalsal, diğer uçlar ise pimli bağlantı şeklindedir. İki kızığın birbiriyle paralel çalışması ve denge korunumu için her iki kızak mesnet noktalarından ve kızakların orta noktalarından birbirlerine sabitlendirilmiştir. Kızak destek profilleri mevcut yerleşimlerinden dolayı kayar mafsalsal durumuna uygun değildir. Bu nedenle 1000 mm boyunda 50x50 mm'lik bir köşebent, 60°'lik u profil 1000 mm kesilmesiyle kaynak edilmiştir (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Profile destek köşebenti eklenmesi

Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu (Yazıcıoğlu, 1999) kullanılmıştır. 1302 N olarak daha önce bulunan mesnet yükü bu profile bir çekme kuvveti etki ettirir. Bu kuvveti kaynağımızın taşıyıp taşıyamayacağı saptanmalıdır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.26'da verilmiştir.

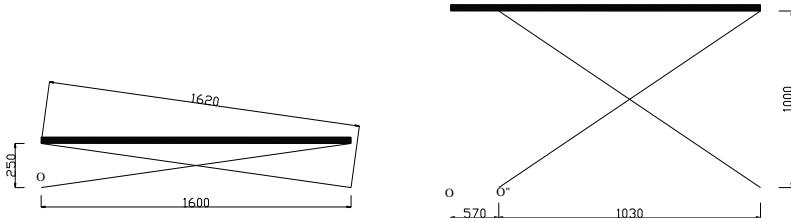


Şekil 3.26. Destek köşebenti için kaynak geometrik şekli

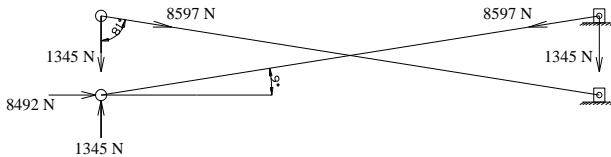
Kaynak, düz kaynak olup kaynak ağzı genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 70.7 mm^2 olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1302}{70.7} = 18.41 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Makas mesnetleri, destek profilinin her iki ucundan 50 mm mesafede olup tam kapalı halde iki profil arası dikey mesafesi 250 mm'dir. Sistemi kaldıracak piston, sistemi 1000 mm yukarı kaldırabilmektedir. Makasın tam kapalı ve tam açık haldeki durumları Şekil 4.27'deki gibidir. Makas üzerine etkiyen kuvvetler bulunmalıdır. Makas sistemine etkiyen kuvvetler Şekil 3.28'de gösterilmiştir (Akçalı, 1998/b).



Şekil 3.27. Makasın tam kapalı ve tam açık konumları



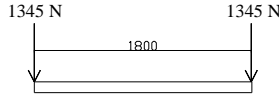
Şekil 3.28. Makas sistemine etkiyen kuvvetler

Makas profilleri boyutlandırılmalıdır. Sistemi harekete geçirmek için gerekli olan minimum kuvvet sürtünmenin yenildiği kuvvettir. Rulmanların sürtünme katsayısı 0.2 olarak alındığında çubuklardan birine uygulanan moment Eşitlik 15’den 425 Nm olur. Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma = 235 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, kesme gerilmesi $\tau = 24 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7’den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w = 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w = 8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 11’den bulunan mukavemet momenti değerine göre ilgili tablolardan (Anonim, 2006) 50x50 mm’lik 2 mm et kalınlıktaki kare profil seçilmiştir. Eşitlik 5 kullanılarak ta profilin güvenliği onanmıştır.

$$\sigma_{\max} = \frac{425 \times 25 \times 10^{-3}}{14.3 \times 10^{-8}} = 74.3 \times 10^6 \leq 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olduğundan güvenlidir. Sistemdeki makas, iki adet kare profilin birbiri ile tam orta noktalarından pimle birleştirilmesi ile elde edilmiştir. Bir makas; merkezden 1, rulmanlı bağlantıda 2 ve sabit mesnetlerde 1 adet olmak üzere 5 noktadan mesnetlendiğinden toplam 10 adet pime ihtiyaç duyulmaktadır. Malzeme standardizasyonu açısından tüm pimler aynı ölçüde seçilmiştir. En büyük pim yükleme durumu iki makasın kesiştiği noktadadır. Kullanılan malzeme 653 M 31 (3 Ni Cr) olup. Malzemenin emniyetli eğme gerilmesi $680 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, emniyetli kesme gerilmesi $69 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ dir (Shigley, 1986). Eşitlik 8’den $A = 1.0937 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ olarak hesaplanır. Bu durumda uygun çap değeri $d = 12 \text{ mm}$ olarak hesaplanır. Makas sistemi için 15 mm çaplı pimden 100 mm boyunda 6 adet, 130 mm boyunda da 2 adet seçilmiştir. İki makasın

dengeli bir biçimde yukarı aşağı hareket edebilmesi için makas birbirleri ile desteklenmiştir. Toplam 3 adet dengeleme çubuğu belirlenmiş olup bu çubukların 1 tanesi makasın ortasına iki uçtan 15x130 pim bağlantısı, 1 tanesi arka taraf sabit kısım M20 somun bağlantısı ile, 1 tanesi ise ön taraf hareketli kısma kaynaklı bağlantı ile sabitlenmiştir. Ön tarafa kaynakla tutturulacak olan çelik profil malzemesi St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli eğme gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w=8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Mile etkiyen kuvvetler Şekil 3.29'da gösterilmiştir.

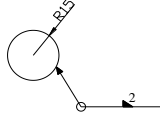


Şekil 3.29. Makas ön destek miline etkiyen kuvvetler

Eşitlik 8'den $A=1.68 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ olarak bulunur. Seçilecek çapa karşılık gelen alan değeri bu alan değerinden büyük olmalıdır. Eğilme momenti de göz önüne alınarak $d=20 \text{ mm}$ 'lik çelik mil seçilmiştir. Milin I_c ve I_s değerleri tablolardan (Shigley, 1986) bulunup Eşitlik 19'da yerine konarak milin güvenli olduğu bulunmuştur.

$$\tau_{\max} = \frac{1345 \times \frac{\pi \times 20^3 \times 10^{-9}}{32}}{20 \cdot 10^{-3} \times \frac{\pi \times 20^4 \times 10^{-12}}{64}} \cong 6.75 \times 10^6 \leq 8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olduğundan mil güvenlidir. Kaynaklı bağlantı eğilme kuvvetlerinin etkisi altında çalışmaktadır. Her bir kaynağa 1345 N'luk kuvvet etki eder. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu kullanılmıştır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.30'da verilmiştir.

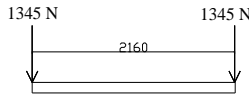


Şekil 3.30. Makas ön destek mili kaynak geometrik şekli

Hesaplamalar Eşitlik 8'e göre yapılmıştır. Kaynak yuvarlak köşe kaynağı olup, kaynak ağız genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 133.27 mm^2 olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alanı değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{1345}{133.27} = 10.01 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Arka tarafa dışına dış açılıp somun ile alt tablaya bağlanan mile etkiyen kuvvetler Şekil 3.31'de gösterilmiştir. Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma = 235 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, kesme gerilmesi $\tau = 24 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w = 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w = 8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak hesaplanmıştır.



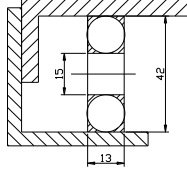
Şekil 3.31. Makas arka destek miline etkiyen kuvvetler

Eşitlik 8'den $A=1.68 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ olarak bulunur. Seçilecek çapa karşılık gelen alan değeri bu alan değerinden büyük olmalıdır. Eğilme momenti de göz önüne alınarak $d=20 \text{ mm}$ 'lik çelik mil seçilmiştir. Milin I_c ve I_s değerleri tablolardan (Shigley, 1986) bulunup Eşitlik 19'da yerine konarak milin güvenli olduğu bulunmuştur.

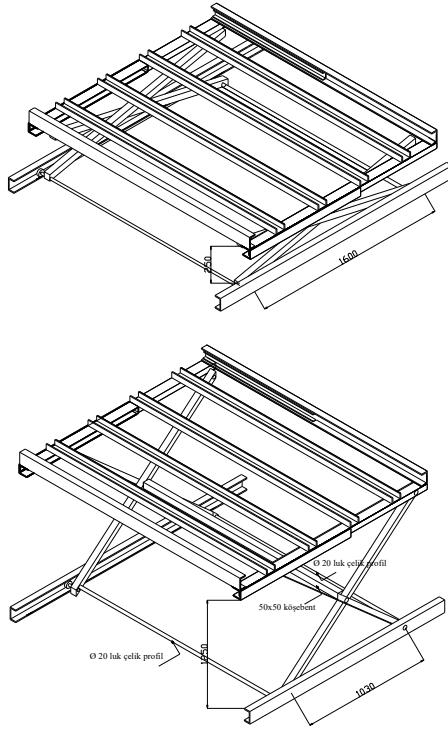
$$\tau_{\max} = \frac{1345 \times \frac{\pi \times 20^3 \times 10^{-9}}{32}}{20 \cdot 10^{-3} \times \frac{\pi \times 20^4 \times 10^{-12}}{64}} \cong 6.725 \times 10^6 \leq 8 \times 10^6 \text{ N / m}^2$$

olduğundan mil güvenlidir. Makas sistemi bağlantısı 20 mm'lik çaplı kısımdan dış açılıp M20 somun bağlantısı ile alt tablaya yapılmıştır. Makasların birleşim noktalarında ise sistem sürekli olarak yukarı aşağı hareket edeceğinden çok fazla ağırlığa sebep olmaması için 50x50 mm köşebent kullanılmıştır. Köşebentlerin uç noktalarına bağlantı elemanının somununu yerleştirmek için ince bir parça kaynak edilmiştir. Kayar mafsal olarak rulman kullanılmıştır. Rulman burada yapılacak pim bağlantısında pimin dış yüzeyine tam olarak geçeceğinden rulmanın iç çapı 15 mm olması uygun görülmüştür. Ayrıca rulman hem profile eklenen destek çubuğunun hem de boyutları belirlenecek olan alt tablanın içinde hareket edecek boyutta olmalıdır. Rulman kataloglarından (Anonim, 1985) bu özelliklere sahip iç çapı 15 mm, dış çapı 42 mm, genişliği 13 mm olan 6302 bilyalı rulmanı seçilmiştir (Şekil 3.32). Ayrıca çalışma ortamındaki tozdan etkilenmemesi için rulman 2RS olarak alınmıştır. Seçilen rulmanlar burada da makara görevi yapacaklarından dolayı ömür ve dayanım hesabı yapılmamıştır. Seçilen rulmanların makaslara bağlantıları pim vasıtası ile

yapılmıştır. Makasın, kızak ve üst tabla ile birlikte genel görünümü Şekil 3.33'deki gibidir.



Şekil 3.32. Makas rulmanı

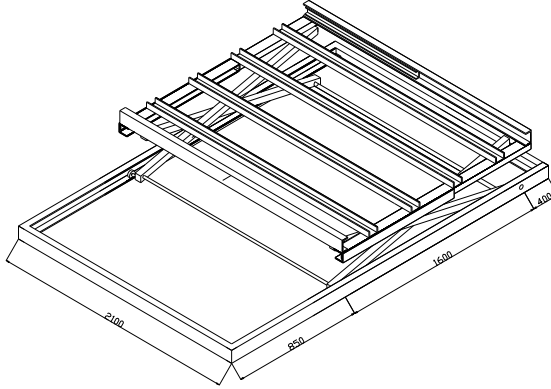


Şekil 3.33. Makas sistemi genel görünüşü

3.4. Taşıyıcı alt tabla tasarımı

Taşıyıcı tabla; makas yatakları, tekerlek, dingil yatakları ve çeki kancasını taşıyacak büyüklükte bir yapı olarak belirlenmiştir.

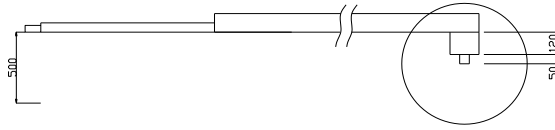
Bütün parçaları taşıyabilmesi için 2850 mm boyunda ve 2000 mm genişliğinde bir alt tabla öngörülmüştür. 4 adet profil demir 2850 mm boyunda 2 adet ve 2100 mm boyunda 2 adet bir dikdörtgen oluşturacak şekilde kaynak edilmiştir. Tasarlanan yapı Şekil 3.34’de verilmiştir.



Şekil 3.34. Taşıyıcı alt tabla

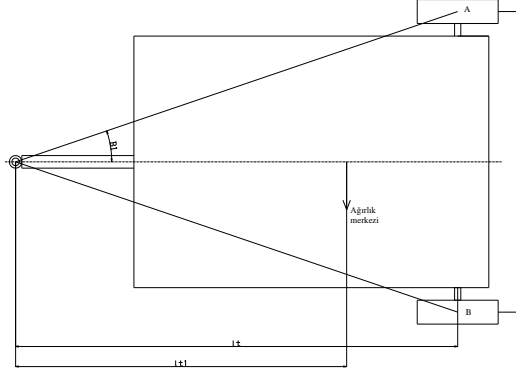
Taşıyıcı tablanın profillerinin boyutlandırılmasında önce tablaya eklenecek olan çeki kancasının uzunluğu ve dingillerin yerleştirilecekleri yerler belirlenmiştir. Platformun alt tabla hariç üzerinde yük varken bu aşamaya kadarki kütlesi 595 kg’dır. Buna çeki kancasının, alt tablanın ve dingil takımının ağırlığı eklenip tekerlek seçimi yapılmalıdır. Ancak bu veriler olmadan boyutlandırılma yapılamayacağı için ilk önce tahmini olarak bir tekerlek seçimi yapılacak ardından boyutlandırma yapıldıktan sonra geri dönülüp seçilen tekerleğin uygunluğu kontrol edilecektir. Tekerlekler toplam 595 kg + çeki kancası ağırlığı + alt tabla ağırlığı + dingil takımının ağırlığını taşımalıdır. Kalanların toplam kütlesinin şu ana kadar hesaplananın yarısı olduğu kabul edilirse toplam 893 kg’lık bir yük söz konusudur. Ayrıca seçilecek tekerlek

çamurlu ve yumuşak arazilerde çalışmaya uygun ve ekonomik olan “Tigar 725” marka lastik ve jant takımı seçilmiştir (Anonim, 2007). Seçilen lastiğin her biri 975 kg yani 9600 N’luk kuvvet taşıyabildiğinden ve iki lastiğimiz olduğundan seçilen lastiğimiz uygundur. Tasarlanan platformu çekecek traktörün çeki kancasının yerden yüksekliği 500 mm’dir (Özmerzi ve ark., 2004). Platform tekerleğinin dış çapı 650 mm’dir. Bu durumda tasarlanan çeki okunun ucu stabilitenin sağlanması açısından çeki kancasına tam olarak karşılık gelmelidir. Bunu sağlamak için alt tablanın hemen altına 120 mm uzunluğunda 90x50 mm’lik et kalınlığı 3 mm olan bir dikdörtgen profil kaynak edilmiştir (Şekil 3.35).

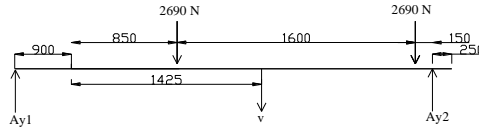


Şekil 3.35. Tekerlek yerleşimi

Platform için 15°’lik yana devrilme meyil açısı belirlenmiştir. Eşitlik 13’den $\beta_1 = 18.85^\circ$ olarak, bulunan bu değer Eşitlik 12’de yerine konularak $\beta_k = 15^\circ$ olarak bulunur ki bu başta belirlenen değerdir. Bu değeri sağlayabilmek için; tekerleklerin kenarlardan 100’er mm dışarıda, alt tablanın sonundan 250 mm geride ve çeki kancasının 900 mm olması gerekir (Şekil 3.36). Alt tablaya etkileyen kuvvetler Şekil 3.37 üzerinde gösterilmiştir.



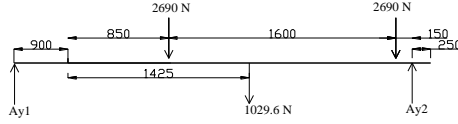
Şekil 3.36. Tekerlek ve çeki okunun uzunluğunun belirlenmesi (Özmerzi ve ark., 2004).



Şekil 3.37. Alt tablaya etkileyen kuvvetler

Görüldüğü gibi sistem hiperstatiktir. Ancak kullanılacak profil u profildir. Bu durumda imalatçı firma kataloglarından (Anonim, 2006) birim metre sac ağırlıkları alınmış ve bu ağırlıklara istinaden bulunan maksimum moment değerleri Eşitlik 11'de yerine konarak yapılan iterasyonlar sonucu en optimum değer 100 mm'lik u profil olarak belirlenmiş ve 100 mm'lik u profil seçilmiştir. Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma = 235 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, kesme gerilmesi $\tau = 24 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w = 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w = 8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. 100 mm'lik u profilin birim metre ağırlığı 10.6

kg/m buda Eşitlik 1'den 104 N'luk kuvvete karşılık gelir. Bu durumda siteme etkiyen kuvvetler Şekil 3.38'de gösterilmiştir.

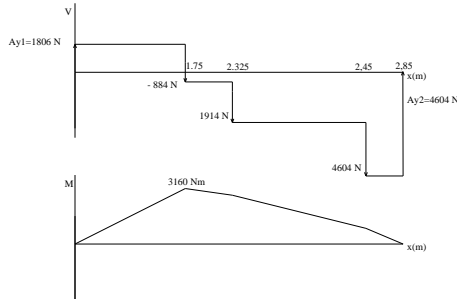


Şekil 3.38. Alt tablaya etkiyen kuvvetler

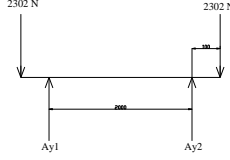
Eşitlik 3 ve 4'den mesnet tepkileri; $A_{y1}=1806$ N, $A_{y2}=4604$ N olarak bulunur. Bulunan değerlere göre kesme kuvveti ve moment diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.39). Maksimum moment değeri olan 3160 Nm Eşitlik 11'de yerine konulduğunda Sc değeri 40.2 cm³ olarak bulunur. İlgili kataloglardan 100 mm'lik u profilin Sc değeri 41.2 cm³ olduğundan seçim doğrudur. Eşitlik 5 kullanılarak ta profilin güvenliği onanmıştır.

$$\sigma_{\max} = \frac{3160 \times 50 \times 10^{-3}}{206 \times 10^{-8}} = 76.7 \times 10^6 \leq 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olduğundan güvenlidir. Dingil 2 adet 90x50 mm profilin altına kaynak edilmiştir. Dingile gelen kuvvetler Şekil 3.40'da gösterilmiştir.



Şekil 3.39. Alt tabla kesme kuvveti ve moment diyagramları



Şekil 3.40. Dingile gelen kuvvetler

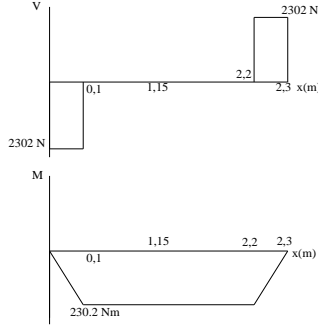
Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6$ N/m², kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6$ N/m² olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6$ N/m², emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w=8 \times 10^6$ N/m² olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 3 ve 4'den mesnet tepkileri; $A_{y1}= 2302$ N, $A_{y2}=2302$ N olarak bulunur. Bulunan değerlere göre kesme kuvveti ve moment diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.41).

Maksimum moment değeri olan 230.2 Nm Eşitlik 11'de yerine konulduğunda Sc değeri 2.93 cm³ olarak bulunur. İlgili kataloglardan bu değerden büyük Sc değerine sahip olan 50x50 mm'lik et kalınlığı 1.2 mm olan kare profil seçilmiştir. Eşitlik 5 kullanılarak ta profilin güvenliği onanmıştır.

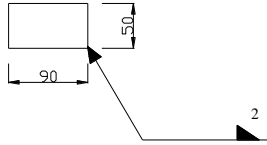
$$\sigma_{\max} = \frac{230.2 \times 25 \times 10^{-3}}{206 \times 10^{-8}} = 65.3 \times 10^6 \leq 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olduğundan güvenlidir. Sistem mesnetlerden kaynak edildiğinden mesnetlere göre kaynak hesabı yapılmıştır. Kaynaklı bağlantı eğilme kuvvetlerinin etkisi altında çalışmaktadır. Her bir kaynağa 2302 N'luk kuvvet etki eder. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu (Yazıcıoğlu, 1999)

kullanılmıştır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.42’de verilmiştir. Hesaplamalar Eşitlik 8’e göre yapılmıştır.



Şekil 3.41. Dingil için kesme kuvveti ve moment diyagramları



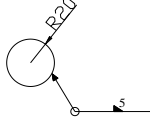
Şekil 3.43. Dingil için kaynak geometrik şekli

Kaynak düz kaynak olup, kaynak ağızı genişliği 2 mm’dir. Kaynak alanı dan 395.92 mm² olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8’de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{2302}{395.92} = 5.82 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Seçilen jant takımının çapı 40 mm’dir. Bu takım 50x50 mm’lik profilin uç noktalarına kaynak edilmiştir. Jantın dingille olan kaynağının güvenliği onanmalıdır. Hareket sırasında meydana gelecek olan sarsıntı, dengesizlik gibi olumsuz faktörlerde düşünüldüğünde tekerlek başına düşen 2302 N’luk yük yerine tekerlek başına bunun iki katı olan 4604 N’luk bir

yük dikkate alınmıştır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.43’de verilmiştir.

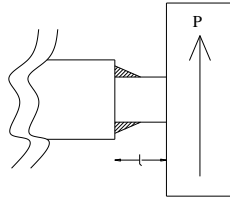


Şekil 3.43. Jant takımı için kaynak geometrik şekli

Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu kullanılmıştır. Hesaplamalar Eşitlik 8’e göre yapılmıştır. Kaynak yuvarlak kaynak olup, kaynak ağzı genişliği 5 mm’dir. Kaynak alanı 444.22 mm² olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8’de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{4604}{444.22} = 10.36 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Sistem ayrıca eğilme momentine de maruzdur. Bu yüzden jantla profil arasına destek kanatları konulmuştur (Şekil 3.44).



Şekil 3.45. Jant takımının maruz kaldığı eğilme momenti

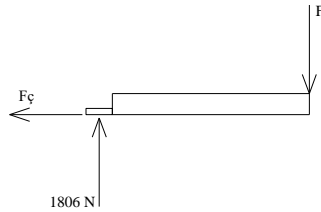
Sistem aynı zamanda eğilme momenti altında çalıştığı için çubuğa etkiyen eğilme momenti Eşitlik 15’den 230200 Nmm olarak bulunmuştur. Sistemin atalet momenti Eşitlik 16 ve 20 kullanılarak 88844 mm⁴ olarak bulunur. Bu değerler Eşitlik 14’de yerine yazıldığında eğilme momentinden dolayı oluşan kayma gerilmesi;

$$\sigma'' = \frac{230200 \times 20}{88844} = 51.82 \text{ MPa}$$

olarak bulunur. Sisteme etkiyen toplam gerilme Eşitlik 18'den;

$$\sigma_{\max} = \sqrt{10.36^2 + 51.82^2} = 52.84 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Çeki okunun tasarımı yapılmalıdır. Çeki okuna gelen kuvvetler Şekil 3.45'de gösterilmiştir.



Şekil 3.45. Çeki okuna gelen kuvvetler

Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6$ N/m², kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6$ N/m² olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek. Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6$ N/m², emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w=8 \times 10^6$ N/m² olarak hesaplanmıştır. Eşitlik 3 ve 4'den $F=1806$ N olarak bulunur. Bu durumda Eşitlik 15'den 1626 Nm'lik bir moment çubuğa etkimektedir. Sistem, bir çeki kuvveti altında da çalışmaktadır. Platformun bu aşamaya kadar boyutlandırılan elemanlarının kütleleri toplamı 460 kg'dır. Bu ağırlığa 280 kg'lık yükü de eklersek toplamda 740 kg'lık bir yüklü ağırlık söz konusu olmaktadır. Platformun hareket direnci gücü Eşitlik 30'dan yumuşak ve ıslak tarla koşulunda, 10 km/h hızla hesaplanıp, Eşitlik 21'de yerine konulduğunda çeki kancasına etki eden kuvvet 2541 N olarak

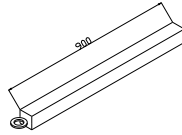
bulunur. İmalatçı firma katalog değerlerinden yapılan iterasyonlar sonucunda 80x80 mm'lik kare profil malzemesi seçilmiştir. Sisteme etkiyen momentin oluşturacağı gerilme Eşitlik 5 den;

$$\sigma = \frac{1626 \times 40 \times 10^{-3}}{89.26 \times 10^{-8}} = 72.8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olarak hesaplanır. Çeki kuvvetinden dolayı sisteme etkiyen normal gerilme ise Eşitlik 22'den;

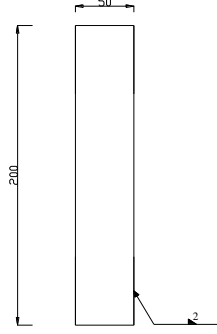
$$\sigma = \frac{2541}{(80^2 - 77^2)} = 5.39 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

olarak hesaplanır. Sisteme etkiyen toplam gerilme Eşitlik 23'den $72.8 + 5.39 = 78.19 \text{ N/m}^2$ dir. Bu değer emniyetli eğme gerilmesi değerinden küçük olduğundan sistem güvenlidir. Çeki okunun yüksekliği traktörün çeki kancasının yerden yüksekliğinden dolayı Şekil 3.36'da görüldüğü gibi 500 mm'yi geçmemelidir. Çeki kancası olarak 80x80 mm' lik kare profilin ucuna Şekil 3.46'deki gibi, iç çapı 60 mm dış çapı 100 mm olan bir halka kaynak edilmiştir.



Şekil 3.46. Çeki oku

Sisteme ait kaynak hesabı hem profil için hem de çeki okuna ait halka için ayrı ayrı yapılp dayanım kontrol edilmiştir. Kaynaklı bağlantı çekme ve eğilme kuvvetlerinin etkisi altında çalışmaktadır. Kaynaklara çekme kuvveti ve eğilme momenti etki etmektedir. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu (Yazıcıoğlu, 1999) kullanılmıştır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.47'de verilmiştir. Hesaplamalar Eşitlik 8'e göre yapılmıştır.



Şekil 3.47. Çeki oku için kaynak geometrik şekli

Kaynak çizgi kaynak olup, kaynak ağzı genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 707 mm^2 olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alanı değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{2541}{707} = 3.59 \leq 199 \text{ MPa}$$

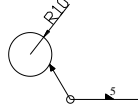
olduğundan kaynak güvenlidir. Çeki oku aynı zamanda eğilme momenti altında da çalışmaktadır. Bu nedenle eğilme momenti de dikkate alınmıştır. Çubuğa etkiyen eğilme momenti Eşitlik 15'den 1625400 Nmm olarak bulunmuştur. Sistemin atalet momenti Eşitlik 16 ve 17 kullanılarak 3299334 mm^4 olarak bulunur. Bu değerler Eşitlik 14'de yerine yazıldığında eğilme momentinden dolayı oluşan kayma gerilmesi;

$$\sigma'' = \frac{1625400 \times 100}{3299334} = 49.26 \text{ MPa}$$

olarak bulunur. Sisteme etkiyen toplam gerilme Eşitlik 18'den;

$$\sigma_{\max} = \sqrt{3.59^2 + 49.26^2} = 49.39 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Çeki halkası kaynak geometrik şekli Şekil 3.48’de verilmiştir. Hesaplamalar Eşitlik 8’e göre yapılmıştır.



Şekil 3.48. Çeki halkası kaynak geometrik şekli

Kaynak yuvarlak kaynak olup, kaynak ağız genişliği 5 mm’dir Kaynak alanı 221.998 mm^2 olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8’de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{2541}{221.998} = 11.44 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Çeki halkası aynı zamanda eğilme momenti altında da çalışmaktadır. Bu nedenle eğilme momenti de dikkate alınmıştır. Çubuğa etkiyen eğilme momenti Eşitlik 15’den 90300 Nmm olarak bulunmuştur. Sistemin atalet momenti Eşitlik 16 ve 20 kullanılarak 11106 mm^4 olarak bulunur. Bu değerler Eşitlik 14’de yerine yazıldığında eğilme momentinden dolayı oluşan kayma gerilmesi;

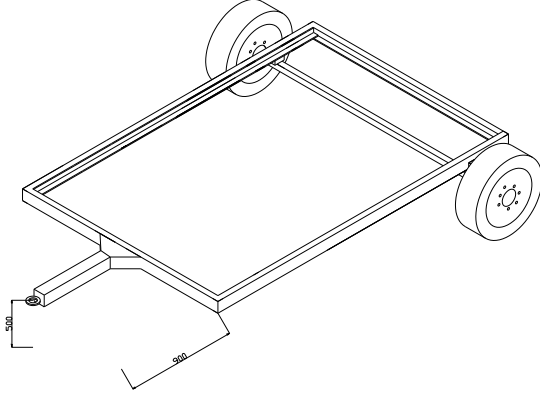
$$\sigma'' = \frac{90300 \times 10}{11106} = 81 \text{ MPa}$$

olarak bulunur. Sisteme etkiyen toplam gerilme Eşitlik 18’den;

$$\sigma_{\max} = \sqrt{11.44^2 + 81^2} = 81.80 \leq 199 \text{ MPa}$$

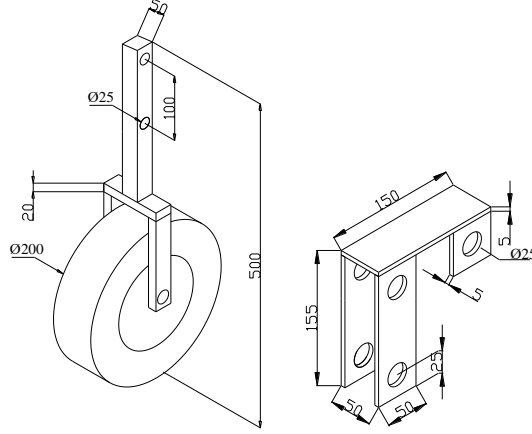
olduğundan kaynak güvenlidir. Çeki okunun alt tablaya yerleşimi Şekil 3.49’da verilmiştir. Bu aşamada sistemde tasarlanacak elemanlar bittiği için başa dönüp seçtiğimiz lastik

değerini kontrol etmemiz gerekir. Toplam 755 kg'lık yüklü, 475 kg'lık yüksüz platform ağırlığımız olduğundan seçilen lastikler kullanılabilir.



Şekil 3.49. Çeki okunun yerleşimi

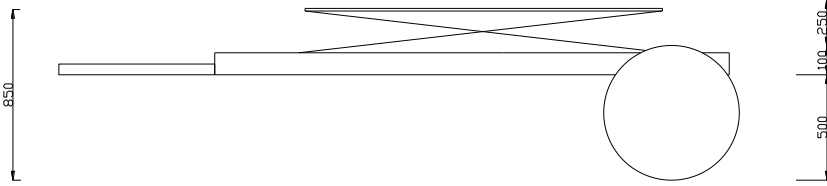
Tasarlanan platformun park halinde iken yatay konumda kalması ve traktöre takılıp-sökülmede problem yaşanmaması için Şekil 3.50'deki gibi bir yardımcı tekerlek platforma eklenmiştir. Tekerleğin toplam boyu 500 mm'dir. Çeki okunun altına 200 mm boyunda 155 mm yüksekliğinde bir parça kaynak edilmiştir. Bu parça tekerleğin üzerindeki delikleri karşılamaktadır. Park halinde iken tekerlek dikey konumda pimlerle tutturulur. Hareket halinde ise alttaki pim çıkarılarak tekerlek yukarı doğru itilir ve kaynakla sabitlenmiş diğer parçaya geçirilerek buraya pimle bağlanır.



Şekil 3.50. Yardımcı tekerlek

3.5. Hidrolik sistem tasarımı

Platform 4 metre yüksekliğe kadar olan meyveleri hasat etmek amacı ile tasarlanmıştır. Zeminden üst tabla başlangıcına kadar olan kısım 850 mm'dir (Şekil 3.51).

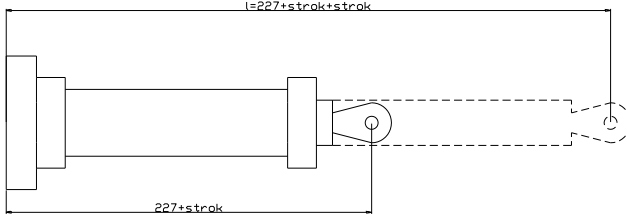


Şekil 3.51. Üst tablanın yerden yüksekliği

Meyve toplamak için eller omuzdan yukarıya doğru kaldırılır (Şekil 3.1). Bu durumda elin uzanacağı maksimum mesafeye göre piston uzunluğu belirlenmelidir. Ülkemizde insanların boy ortalaması 1600 mm'dir. İşçiler meyveleri toplamak için ellerini kaldırdığında yaklaşık 2160 mm mesafeye ulaşırlar (Sabancı, 1999). Platformun yerden yüksekliği 850 mm olduğuna göre 4000 mm

mesafeye ulaşmak için platformun 1000 mm kaldırılması yeterli olacaktır. Bunun içinde 570 mm stroklu bir hidrolik silindir yeterli olacaktır. Platformu çekmek için kullanılan traktörün hidrolik pompa basıncı kataloglardan (Özmerzi ve ark., 2004) 19 MPa olarak belirlenmiştir. Basınç değerini alırken sistem içerisindeki sürtünmelerden dolayı oluşan kayıpları da göz önüne almamız gerekir. Bu durumda valflerden, hortumlardan ve kaldırma pistonu içindeki yataklamadan dolayı oluşan kayıplarda göz önüne alındığında sistem verimi % 80 olarak kabul edilmiştir. 19 MPa olan basınç değeri $19 \times 0.80 = 15$ MPa (150 bar) olarak belirlenir. Sistemdeki yük 8492 N'dur. Burada yuvarlanma sürtünmesi yenildiği takdirde hareket başlayacaktır. Rulmanları yuvarlanma sürtünme katsayısı 0.2 alınarak, yuvarlanma sürtünmesini yenmek için gerekli kuvvet 1698 N olarak bulunur. Veriler Eşitlik 10'da yerine yazıldığında piston alanı $A = 113 \text{ mm}^2$ olarak bulunur. Bu alan değeri pistonun geri dönüşündeki alan değeridir. CETOP standartlarına uygun olarak piston çapı 40 mm, mil çapı 28 mm olan hidrolik silindir seçilmiştir. Hidrolik silindirin strok uzunluğu 570 mm olacaktır. Hidrolik silindir için burkulma hesabı yapılmalıdır. Hidrolik silindirin bir ucu eklemlili, bir ucu rijit bağlı olarak bağlanmıştır. Arka uç flanşlı bağlantı ile taşıyıcı alt tablaya, eklemlili bağlantı ise rulman miline bağlanmıştır. Serbest burkulma boyu tablolardan $l_k = 0.7 \times l$ olarak belirlenir (Özcan, 1982). Serbest burkulma boyu imalatçı firma kataloglarından (Anonim, 2005) 961 mm olarak bulunur (Şekil 3.52). Eşitlik 24'den piston burkulma yükü $K=69527$ N olarak hesaplanır. Maksimum çalışma yükü bulunup mevcut kuvveti taşıyıp taşıyamayacağı belirlenmelidir. Güvenlik katsayısı değeri 3.5 olarak alınmıştır. Eşitlik 25 (Özcan,

1982) den; $F=19865$ N olarak bulunur. Bu değer sisteme etkiyen kuvvetten büyük olduğundan piston burkulmaya karşı dayanıklıdır.



Şekil 3.52. Kaldırma pistonu bağlantı şekli

Platformu çekmek için kullanılan traktörün hidrolik pompa debisi kataloglardan (Özmerzi ve ark., 2004) 34.5 l/dak (5.75×10^{-4} m³/s) olarak belirlenmiştir. Pistonun ileri ve geri hareketindeki hız değerleri Eşitlik 26'dan;

İleri hareket için;

$$V = \frac{5.75 \times 10^{-4}}{1.2566 \times 10^{-3}} = 0.457 \text{ m/s}$$

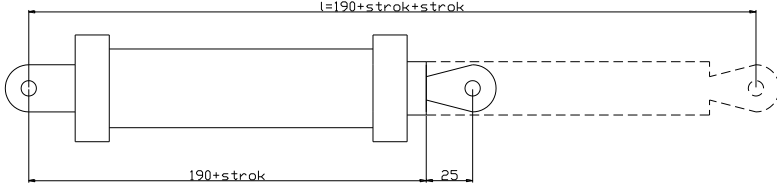
Geri hareket için;

$$V = \frac{5.75 \times 10^{-4}}{6.4 \times 10^{-4}} = 0.897 \text{ m/s}$$

olarak hesaplanmıştır.

Platformun yanlara açılmasını sağlayan hidrolik silindirin stroğu 1000 mm'dir. Platformu çekmek için kullanılan traktörün hidrolik pompa basıncı kataloglardan (Özmerzi ve ark., 2004) 19 MPa olarak belirlenmiştir. Basınç değerini alırken sistem içerisindeki sürtünmelerden dolayı oluşan kayıpları da göz önüne almamız gerekir. Bu durumda valflerden, hortumlardan ve piston içindeki yataklamadan dolayı oluşan kayıplarda göz önüne

alındığında sistem verimi % 80 olarak belirlenmiştir. 19 MPa olan basınç değeri $19 \times 0.80 = 15$ MPa (150 bar) olarak belirlenir. Sistemde kaldırılması gereken maksimum ağırlık kızakların içerisinde tarım işçisinin olduğu durumdaki ağırlıktır. İki tarım işçisinin de bir kızakta çalıştığı düşünüldüğünde pistonun toplam 2735 N'luk bir yükü itmesi gerekir. Burada yuvarlanma sürtünmesi yenildiği takdirde hareket başlayacaktır. Rulmanları sürtünme katsayısı 0.2 alınarak, yuvarlanma sürtünmesini yenmek için gerekli kuvvet 547 N olarak bulunur. Veriler Eşitlik 10'da yerine yazıldığında piston alanı $A=36.46$ mm² olarak bulunur. Bu alan değeri pistonun geri dönüşündeki alan değeridir. CETOP standartlarına uygun olarak piston çapı 40 mm, rod (mil) çapı 28 mm olan hidrolik silindir seçilmiştir. Hidrolik silindirin strok uzunluğu 1000 mm olacaktır. Hidrolik silindir için burkulma hesabı yapılmalıdır. Hidrolik silindirin iki ucu eklemli olarak bağlanmıştır. Serbest burkulma boyu tablolardan $l_k=l$ olarak belirlenir (Özcan, 1982). Serbest burkulma boyu imalatçı firma kataloglarından (Anonim, 2005) 1215 mm olarak bulunur (Şekil 3.53). Eşitlik 24'den piston burkulma yükü $K=42373$ N olarak hesaplanır. Maksimum çalışma yükü bulunup mevcut kuvveti taşıyıp taşıyamayacağı belirlenmelidir. Güvenlik katsayısı değeri 3.5 olarak alınmıştır. Eşitlik 25 (Özcan, 1982) den; $F=12106$ N olarak bulunur. Bu değer sisteme etkiyen kuvvetten büyük olduğundan piston burkulmaya karşı dayanıklıdır.



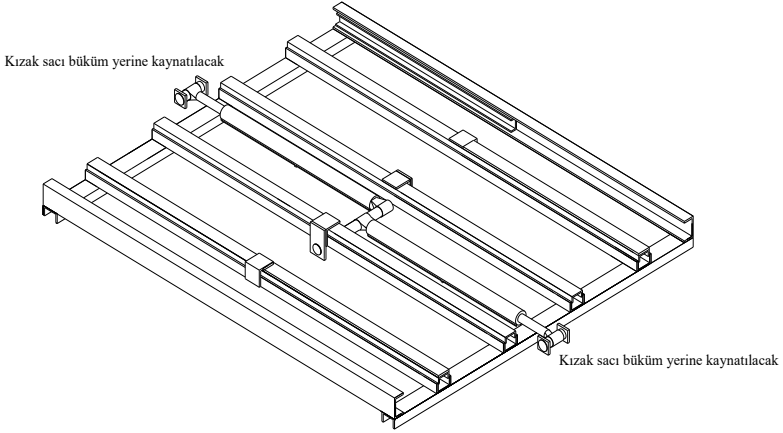
Şekil 3.53. Kızak pistonu bağlantı şekli

Platformu çekmek için kullanılan traktörün hidrolik pompa debisi kataloglardan (Özmerzi ve ark., 2004) 34.5 l/dak ($5.75 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$) olarak belirlenmiştir. Kızak pistonları yerleşimi Şekil 3.55’de verilmiştir. Pistonun ileri ve geri hareketindeki hız değerleri Eşitlik 26’dan; ileri ve geri hareket için aşağıdaki gibi hesaplanır;

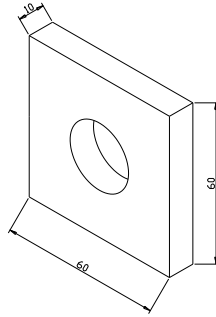
$$V = \frac{5.75 \times 10^{-4}}{1.2566 \times 10^{-3}} = 0.457 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{5.75 \times 10^{-4}}{6.4 \times 10^{-4}} = 0.897 \text{ m/s}$$

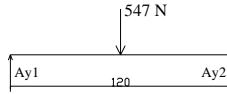
Kızak pistonları yerleşimi Şekil 3.54’de gösterilmiştir. Pistonların ön uç noktaları içine delik açılmış 10 mm kalınlığında 60x60 mm’lik iki saca 120 mm boyunda yaylı pim ile sabitlenmiştir. Saclar kızak sacının büküm yerine kaynaklı bağlantı ile sabitlenmiştir (Şekil 3.55). Kızak pistonları ön uç bağlantı sacı piminin çapı belirlenmelidir. Kızağı harekete geçirecek olan kuvvet sürtünmeyi yenecek kuvvettir dolayısı pime etkiyen kuvvetler Şekil 3.56’da gösterilmiştir.



Şekil 3.54. Kızak pistonları yerleşimi



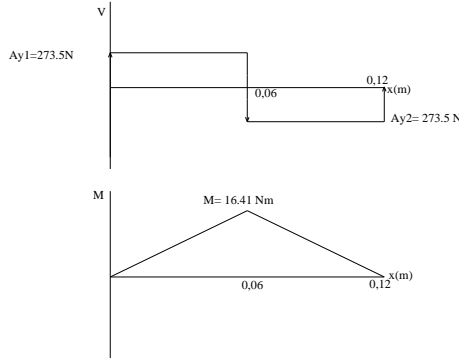
Şekil 3.55. Kızak pistonları ön uç bağlantı sacı



Şekil 3.56. Kızak pistonları ön uç bağlantı sacı pimine etkiyen kuvvetler

Kullanılan malzeme St 37 olup akma gerilmesi $\sigma=235 \times 10^6$ N/m², kesme gerilmesi $\tau=24 \times 10^6$ N/m² olarak malzeme kataloglarından alınmıştır. Malzemenin emniyetli kayma gerilmesi Eşitlik 6 ve 7'den güvenlik katsayısı değeri 3 kabul edilerek.

Emniyetli eğme gerilmesi $\sigma_w=78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, emniyetli kayma gerilmesi $\tau_w= 8 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ olarak hesaplanmıştır. Pim ağırlığı çok küçük olduğundan ihmal edilmiştir. Eşitlik 3 ve 4'den mesnet tepkileri; $A_{y1} = 273.5 \text{ N}$, $A_{y2} = 273.5 \text{ N}$ olarak bulunur. Bulunan değerlere göre kesme kuvveti ve moment diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.57).

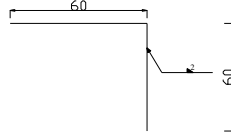


Şekil 3.57. Ön destek yatağı pimi kesme kuvveti ve moment diyagramları

Eşitlik 5 kullanılarak;

$$\sigma_{\max} = \frac{16.41 \times (d/2) \times 10^{-3}}{\frac{\pi \times d^4 \times 10^{-12}}{64}} \leq 78.4 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$d \geq 13 \text{ mm}$ olarak hesaplanır. 15 mm lik çap seçilmiştir. Parçanın delik çapı da 15 mm olacaktır. Pistonun ön tarafındaki uç bağlantı sacı, kızak sacı büküm yerine kaynaklı bağlantı ile yerleştirildiğinden kaynağın dayanımı onanmalıdır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.58'de verilmiştir.



Şekil 3.58. Kızak pistonları ön uç bağlantı sacı geometrik kaynak şekli

Kaynağa etkiyen kuvvet 273.5 N'dur. Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu kullanılmıştır. Hesaplamalar Eşitlik 8'e göre yapılmıştır. Kaynak köşe kaynağı olup, kaynak ağzı genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 169.68 mm² olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{273.5}{169.8} = 1.61 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Sistem eğilme momenti altında da çalışmaktadır. Bu yüzden eğilme momenti de göz önüne alınmıştır. Çubuğa etkiyen eğilme momenti 16410 Nmm olarak bulunur. Sistemin atalet momenti Eşitlik 27 ve 16 kullanılarak 50904 mm⁴ olarak bulunur. Bu değerler Eşitlik 14'de yerine yazıldığında eğilme momentinden dolayı oluşan kayma gerilmesi;

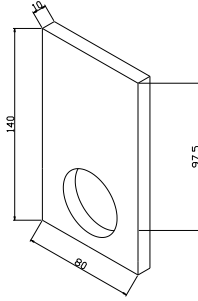
$$\sigma'' = \frac{16410 \times 30}{50904} = 9.67 \text{ MPa}$$

olarak bulunur. Sisteme etkiyen toplam gerilme Eşitlik 18'den;

$$\sigma_{\max} = \sqrt{1.61^2 + 9.67^2} = 9.08 \leq 199 \text{ MPa}$$

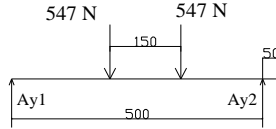
olduğundan kaynak güvenlidir. Pistonların arka kısımları bağlantı yerlerinden kızak destek çubuğuna, içine delik açılmış, 10

mm kalınlığında 80x140 mm'lik iki sac kaynak edilip 550 mm boyunda bir pim ile sabitlenmiştir (Şekil 3.59).



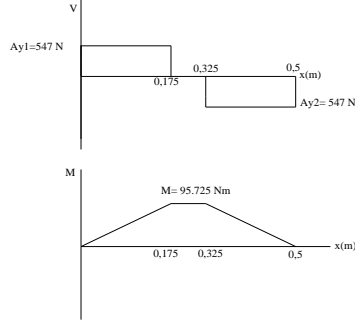
Şekil 3.59. Kızak pistonları arka uç bağlantı sacı

Kızak pistonları arka uç bağlantı sacı piminin çapı belirlenmelidir. En büyük yükleme durumunda pime etkiyen kuvvetler Şekil 3.61'de gösterilmiştir. Pistonun bir tanesi ileri giderken aynı anda diğer piston geriye doğru çekiliyor ise pime maksimum kuvvet etki ediyor demektir.



Şekil 3.60. Kızak pistonları arka uç bağlantı sacı pimine etkiyen kuvvetler

Kullanılan malzeme 653 M 31 (3 Ni Cr) olup malzemenin emniyetli eğme gerilmesi $680 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, emniyetli kesme gerilmesi $69 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ 'dir (Shigley, 1986). Eşitlik 3 ve 4'den mesnet tepkileri; $A_{y1} = 547 \text{ N}$, $A_{y2} = 547 \text{ N}$ olarak bulunur. Bulunan değerlere göre kesme kuvveti ve moment diyagramları çizilmiştir (Şekil 3.61).



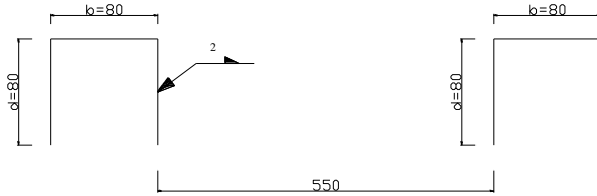
Şekil 3.61. Arka destek yatağı pimi kesme kuvveti ve moment diyagramları

Eşitlik 5 kullanılarak;

$$\sigma_{\max} = \frac{95.725 \times (d/2) \times 10^{-3}}{\pi \times d^4 \times 10^{-12}} \leq 680 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$64$$

$d \geq 11 \text{ mm}$ olarak hesaplanır. 15 mm lik çap seçilmiştir. Parçanın delik çapı da 15 mm olacaktır. Pistonun arka tarafındaki uç bağlantı sacı, kızak sacı kızak destek çubuğunun ucuna kaynaklı bağlantı ile yerleştirildiğinden kaynağın dayanımı onanmalıdır. Kaynak geometrik şekli Şekil 3.62’de verilmiştir.



Şekil 3.62. Kızak pistonları arka uç bağlantı sacı kaynak geometrik şekli

Kaynak işleminde emniyetli gerilmesi 199 MPa olan E 6010 elektrot çubuğu kullanılmıştır. Kaynağa etkiyen maksimum kuvvet

bir pistonun ileri, diğerk pistonun geriye doğru geldiği anda oluşur. Her bir piston sürtünme direncini yenmek için 547 N'luk kuvvet harcar. Kaynağa etkiyen net kuvvet $547 + 547 = 1094$ N olarak bulunmuştur. Her bir kaynağa bu kuvvetin yarısı olan 547 N etki eder. Hesaplamalar Eşitlik 8'e göre yapılmıştır. Kaynak köşek kaynağı olup kaynak ağzı genişliği 2 mm'dir. Kaynak alanı 339.36 mm^2 olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 9). Bulunan kaynak alan değeri Eşitlik 8'de yerine konulduğunda;

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{547}{339.36} = 1.61 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Sistem eğilme momenti altında da çalışmaktadır. Bu yüzden eğilme momenti de göz önüne alınmıştır. Çubuğa etkiyen eğilme momenti 95725 Nmm olarak bulunur. Sistemin atalet momenti Eşitlik 16, 28 ve 29 kullanılarak 241322 mm^4 olarak bulunur. Bağımsız eksene olan mesafe Eşitlik 29'den bulunan y' değeri kullanılarak $c = d-y' = 80-26.66 = 53.34$ mm olarak bulunur. Bu değerler Eşitlik 14'de yerine yazıldığında eğilme momentinden dolayı oluşan kayma gerilmesi;

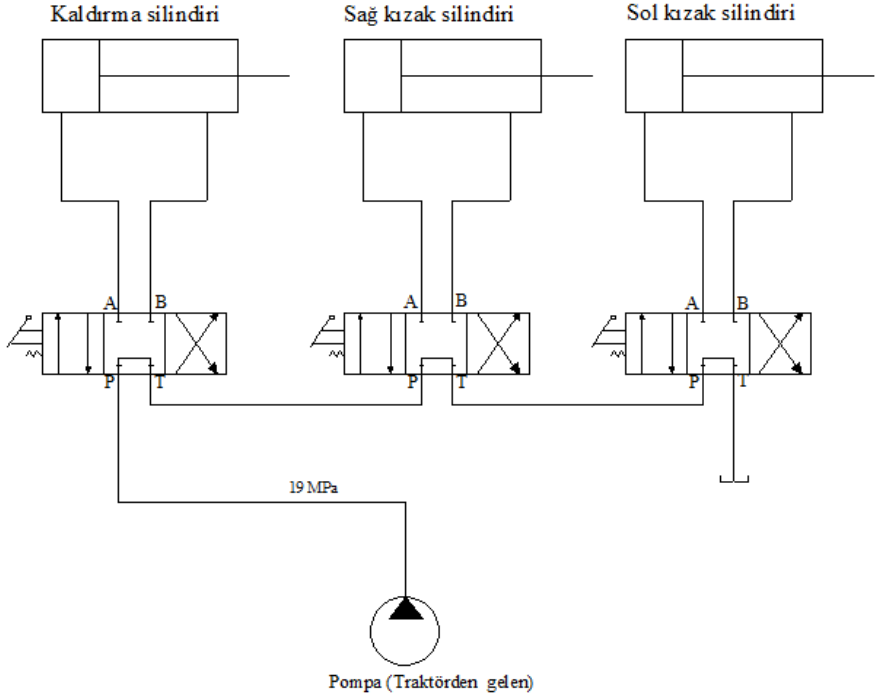
$$\sigma'' = \frac{95725 \times 53.34}{241322} = 21.15 \text{ MPa}$$

olarak bulunur. Sisteme etkiyen toplam gerilme Eşitlik 18'den;

$$\sigma_{\max} = \sqrt{1.61^2 + 21.15^2} = 21.22 \leq 199 \text{ MPa}$$

olduğundan kaynak güvenlidir. Piston boyutları ve yerleşimleri belirlendikten sonra mevcut sisteme ait hidrolik devre şeması çizilmiştir. Devre 3 adet hidrolik silindir (boyutları önceden belirlenmiştir), 3 adet yön kontrol valfi, 8 parça hidrolik hortum ve bağlantı elemanlarından oluşmaktadır. Sistemin yapısı şu şekilde

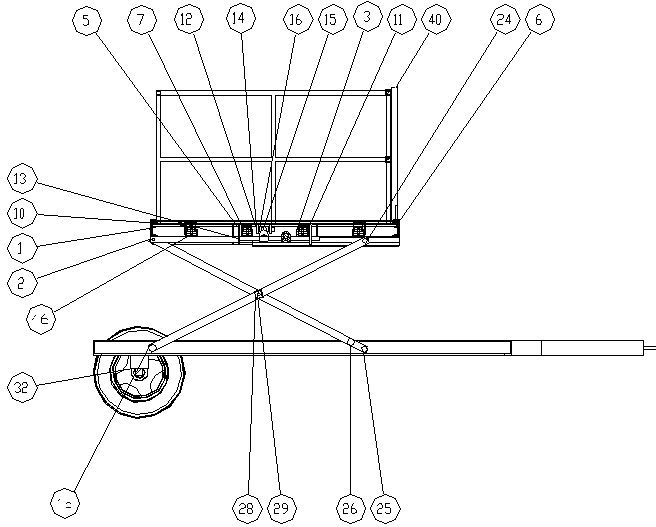
tasarlanmıştır. Traktör hidrolik sisteminden bir hidrolik hortumla gelen akışkan 3 adet valfin birbirine bağlı şekilde olduğu konsola bağlıdır. Konsoldan diğer bir hidrolik hortumda traktörün diğer hidrolik güç çıkışına bağlanarak egzost görevi yapmaktadır. 3 adet yön kontrol valfinin her biri bir pistonu kumanda etmektedir. Hidrolik valfler yay dönüşlü olup bir kol ile kumanda edilmektedirler (Şekil 3.63). Valfler orta konumlarında hidrolik yağ geçişine izin vermemektedirler. Kolun ileri ya da geri hareketi ile hidrolik yağın geçişine izin verirler. Kola gelen etki eden kuvvet kalktığında yay dönüşlü olmaları sayesinde tekrar normal konumlarına geçerler. Kullanılan valfler 4 yollu 3 konumlu elle kumandalı yay merkezli valflerdir (Sullivan, 1975). Valfler traktördeki hidrolik pompanın bastığı 34.5 L/min debi akışına ve 19 MPa çalışma basıncına (Özmerzi ve ark., 2004) dayanacak şekilde seçilmiştir. Valflerin hidrolik hortum bağlantı noktaları 1/2” dır. Valf olarak 30 MPa çalışma basıncı 70 L/min debiye dayanıklı yön kontrol valfi seçilmiştir. Sistemde kullanılan hidrolik hortumlar 1/2” anma ölçüsünde 19 MPa çalışma basıncına dayanıklı olmalıdır. Bu yüzden 31 MPa çalışma basıncına dayanıklı 1/2” anma ölçüsüne sahip Hexopak 2 EN857 hidrolik hortumu seçilmiştir. Toplam 8 adet olan hortumlar 2500 mm boylarındadırlar. Ayrıca hortumları valflere ve pistonlara bağlamak için toplamda 16 adet 1/2“ rakor kullanılmıştır.



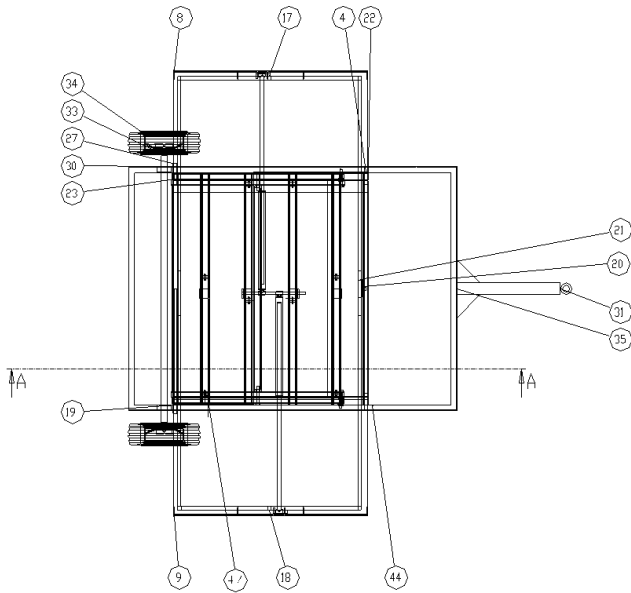
Şekil 3.63. Hidrolik devre şeması

3.6. Platform teknik çizimleri

Yapılan hesaplamalardan elde edilen platform boyutları doğrultusunda oluşturulan çizimler aşağıda sıralanmıştır. Hasat platformunun montaj resmi Şekil 3.64’de, sağ kızak perspektif ve görünüşleri Şekil 3.65’de, sol kızak perspektif ve görünüşleri Şekil 3.66’da, üst tabla perspektif ve görünüşleri Şekil 3.67’de, makas sistemi perspektif ve görünüşleri Şekil 3.68’de, taşıyıcı alt tabla perspektif ve görünüşleri Şekil 3.69’da, makas sistemi ön kısım alt ve üst kesit görünüşleri Şekil 3.70’de, makas sistemi orta ve üst-arka kısım kesit görünüşleri Şekil 3.71’de verilmiştir. Resimler 1/30 ölçeğinde çizilmiştir.



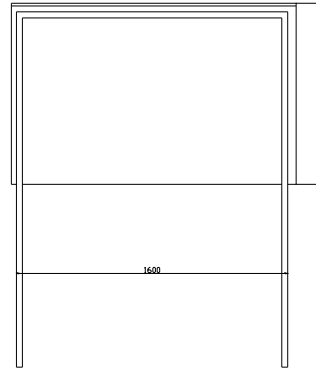
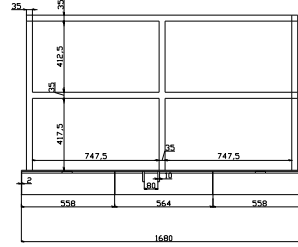
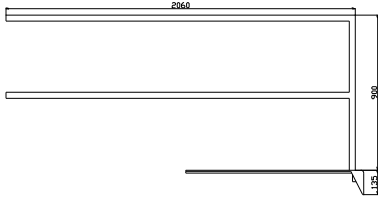
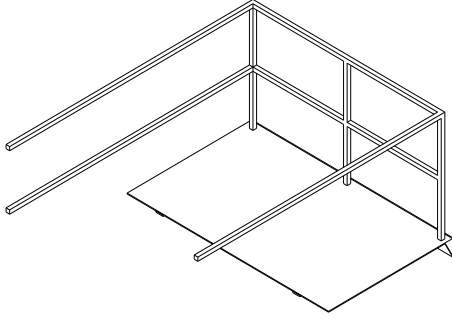
A-A KESİTİ



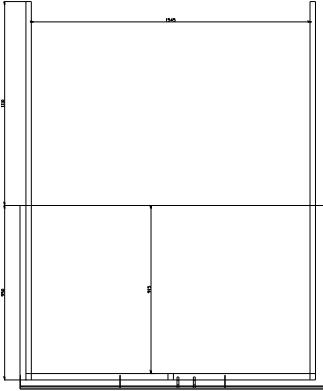
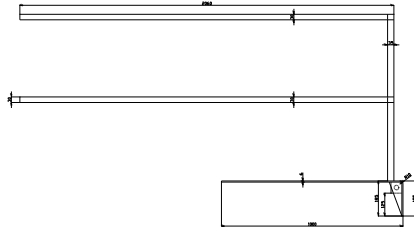
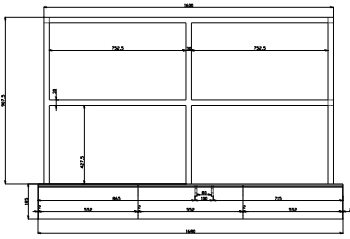
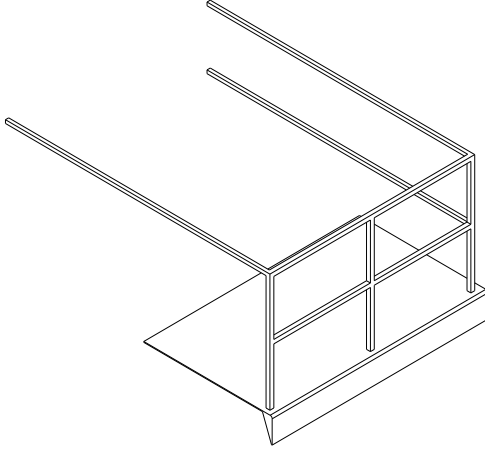
Şekil 3.64/a. Hasat platformu montaj resmi

Parça No	Parça Adı	Açıklama	Adet
1	U profil	100 mm'lik	2
2	U profil	80 mm'lik	2
3	U profil	80 mm'lik	4
4	Lama	40x10 mm'lik	2
5	L profil	80x80 mm'lik	4
6	U profil	60 mm'lik	2
7	U profil	60 mm'lik	4
8	Sac (Sağ taraf)	6 mm'lik	1
9	Sac (Sol taraf)	6 mm'lik	1
10	Lama	60x10 mm'lik	2
11	140x80 Delikli sac	10 mm'lik	2
12	60x60 Delikli sac	10 mm'lik	4
13	Piston dip mili	Ø25 mm (550 mm)	1
14	Piston uç pimi	Ø25 mm (120 mm) yaylı pim	2
15	Piston gövdesi	Ø60 mm	2
16	Piston kolu	Ø35 mm	2
17	Kare profil(Sol korkuluk)	30x30 mm'lik	1
18	Kare profil(Sağ korkuluk)	30x30 mm'lik+ 25x25 mm'lik	1
19	Sac(Üst tabla)	6 mm'lik	1
20	Kare profil(Orta korkuluk)	30x30 mm'lik	1
21	Kare profil(Korkuluk)	40x40 mm'lik	2
22	Köşebent	70x70 mm'lik	2
23	Kare profil(Makas)	50x50 mm'lik	4
24	Rulman	21x47x14 2RS	4
25	Civata-somun	M20x100	6
26	Mil	Ø50 mm (1800 mm)	1
27	Mil (İki ucuna dış açılmış)	Ø50 mm (2160 mm)	1
28	Köşebent	50x50 mm'lik	1
29	Civata-somun	M20x130	2
30	U profil	100 mm'lik	1
31	Çeki halkası	Ø60 mm(iç),Ø100 mm(dış)	1
32	Dikdörtgen profil	90x50 mm'lik	2
33	Kare profil(Diğil)	50x50 mm'lik	1
34	Hareket aksamı		2
	Jant	16 C	2
	Dış lastik	195/75 R16 C	2
	Forya		2
35	Kare profil	100x100 mm'lik	1
36	Kaldırma pistonu uç yatağı		1
37	U profil	100 mm'lik	2
38	Dik piston kolu	Ø35 mm	1
39	Dik piston gövdesi	Ø60 mm	1
40	Sac	10 mm'lik	1
41	Sac	2 mm'lik	1
42	Piston dip pimi	Ø45 mm (70 mm) yaylı pim	1
43	Kare profil	50x50 mm'lik	2
44	Kare profil	70x70 mm'lik	2
45	Sac	10 mm'lik	2
46	Rulman	30x55x13 2RS	8
47	Mil		8
48	Somun	M30	2

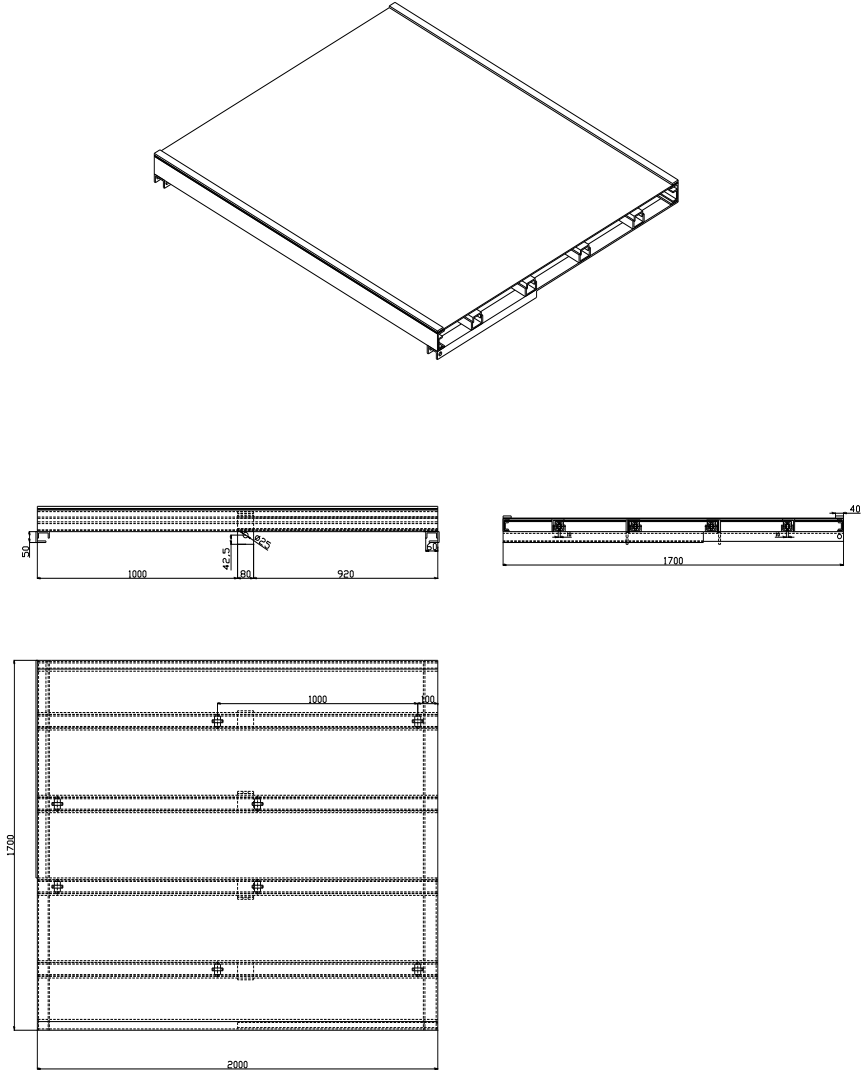
Şekil 3.64/b. Hasat platformu montaj resmi



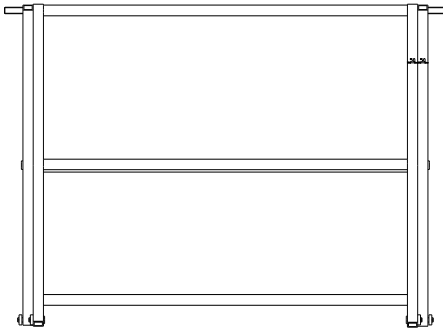
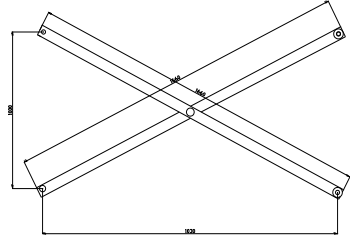
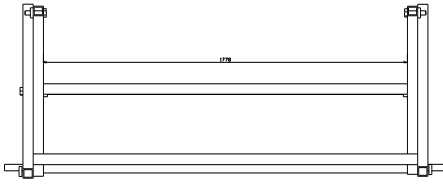
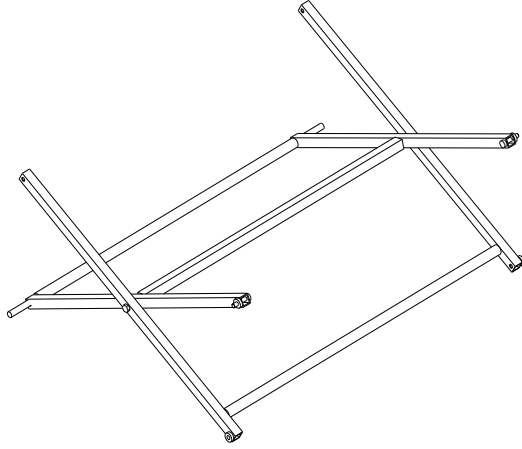
Şekil 3.65. Sağ kızak perspektif ve görünüşleri



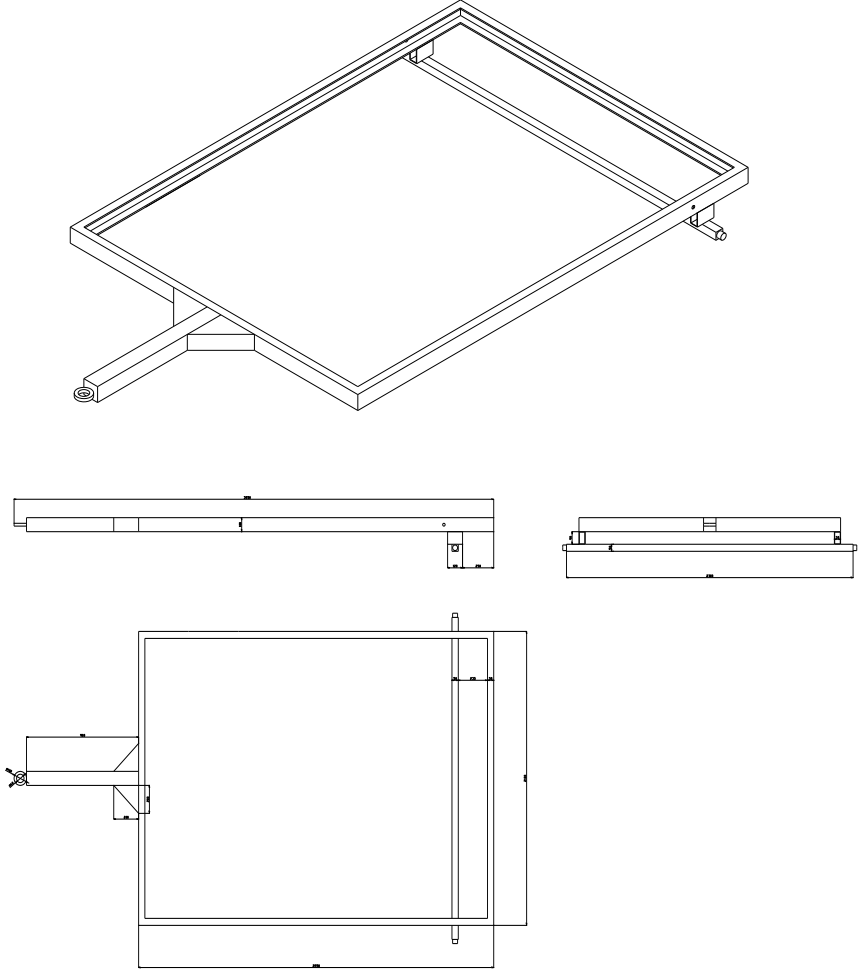
Şekil 3.66. Sol kızak perspektif ve görünüşleri



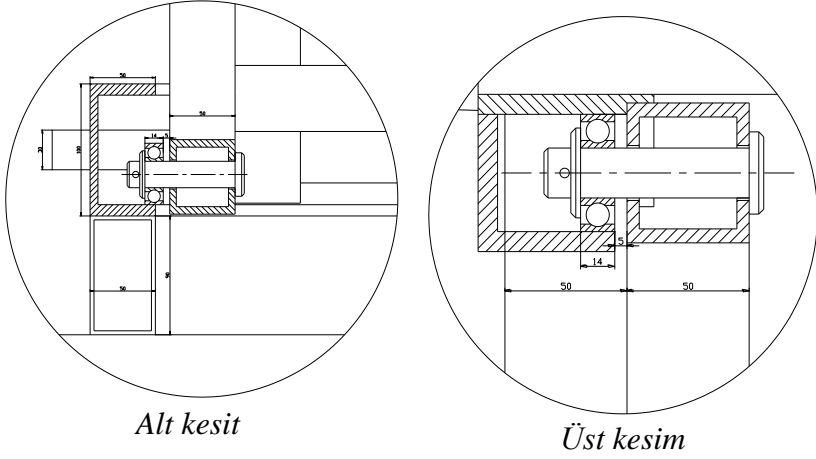
Şekil 3.67. Üst tabla perspektif ve görünüşleri



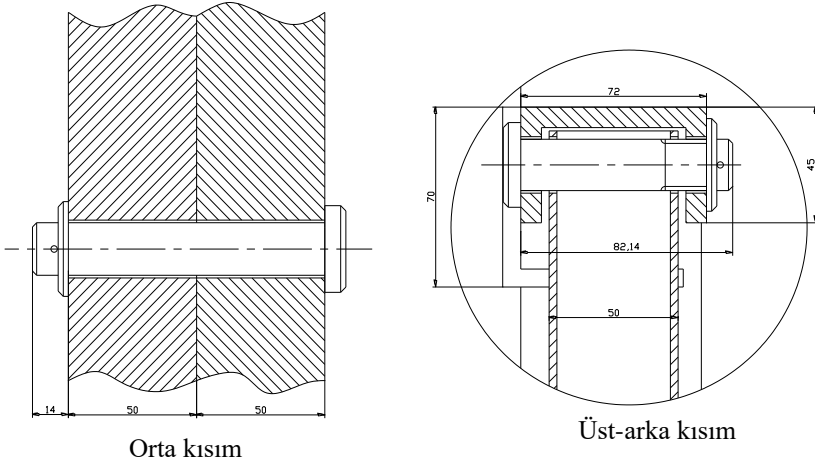
Şekil 3.68. Makas sistemi perspektif ve görünüşleri



Şekil 3.69. Taşıyıcı alt tabla perspektif ve görünüşleri



Şekil 3.70. Makas sistemi ön kısım alt ve üst kesit görünüşleri



Şekil 3.71. Makas sistemi orta ve üst arka kısım kesit görünüşleri

3.7. Platform hareketi için gerekli gücün belirlenmesi

Platformun hareket direnci gücü makinanın ağırlığına ve önceden belirlenmiş zemin yuvarlanma direnci katsayılarına (Tablo

3.1) göre hesaplanmıştır. Platform yüksüz kütlesi 475 kg olup bu değer Eşitlik 1'den 4660 N'luk bir kuvvete karşılık gelmektedir. Platform yüklü kütlesi $475 + 280 = 755$ kg olarak kabul edilmiş olup 7407 N'luk ağırlığa karşılık gelmektedir (Eşitlik 1). Eşitlik 30'dan değişik tarla koşulları ve çalışma hızlarında platformun hareket direnci gücü, yüksüz ve yüklenmiş durumdaki değerleri hesaplanmıştır (Tablo 3.1, Tablo 3.2). Platformun ortalama olarak 4 km/h çalışma hızında, hareket direnci gücü; platformun yüksüz (boş) olması koşulunda, yuvarlanma direncinin en küçük olduğu sert ve düz tarla yolunda 0.21 kW, yuvarlanma direncinin en büyük olduğu yumuşak ve ıslak tarlada 1.81 kW (Tablo 3.1), platformun yüklü olması koşulunda yuvarlanma direncinin en küçük olduğu sert ve düz tarla yolunda 0.33 kW, yuvarlanma direncinin en büyük olduğu yumuşak ve ıslak tarlada 2.88 kW (Tablo 3.3) olmaktadır.

Tablo 3.1 Platformun yüksüz koşullarda hareket direnci gücü (kW) değerleri

Zemin	Hız (km/h)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sert düz tarla yolu	0.11	0.15	0.21	0.25	0.31	0.36	0.42	0.46	0.51
Sert çayır	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.45	0.52	0.58	0.64
Anız	0.38	0.58	0.78	0.97	1.17	1.35	1.55	1.75	1.94
Gevşek kumlu toprak	0.77	1.16	1.58	1.94	2.33	2.71	3.10	3.50	3.88
Yumuşak ve ıslak tarla	0.91	1.4	1.81	2.27	2.71	3.17	3.62	4.01	4.54

Tablo 3.2 Platformun yüklü koşullarında hareket direnci gücü (kW) değerleri

Zemin	Hız (km/h)								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sert düz tarla yolu	0.17	0.25	0.33	0.42	0.5	0.57	0.66	0.75	0.83
Sert çayır	0.21	0.31	0.41	0.52	0.61	0.72	0.83	0.93	1.02
Anız	0.61	0.92	1.23	1.55	1.85	2.16	2.47	2.78	3.09
Gevşek kumlu toprak	1.23	1.85	2.47	3.1	3.7	4.32	4.94	5.6	6.17
Yumuşak ve ıslak tarla	1.44	2.17	2.88	3.6	4.32	5.04	5.76	6.48	7.2

4. Sonuç ve Öneriler

Küçük veya orta ölçekli bir traktör ile çekilen, kaldırma ve indirme hareketleri için gerekli enerjiyi traktörün hidrolik sisteminden alan, basit ancak işlevsel bir yardımcı meyve hasat platformu, meyvecilikle uğraşan çiftçilerin hasat işlemlerini kolaylaştırabilir. Tarım traktörü ile çalıştırılan yardımcı meyve hasat platformu tasarımına yönelik bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Yardımcı meyve hasat platformunun genişliği 2.1 m, uzunluğu 2.85 m, kapalı halde yerden yüksekliği 0.85 m ve yüksüz kütlesi 475 kg'dır.
2. Çalışma koşullarına göre platform 4 m genişliğe ve 1.85 m yüksekliğe kadar ayarlanabilmekte ve 4 m yüksekliğe kadar olan meyveleri hasat edilebilmektedir.
3. Platform; üst tabla, kızak sistemi, makas sistemi, taşıyıcı alt tabla ve hidrolik sistemden oluşmaktadır.
4. Tasarım aşamasında;
 - Platform, üst tabla, kızak sistemi, makas sistemi, taşıyıcı alt tabla ve hidrolik sistem olarak beş kısma ayrılmıştır.

- Her bir kısım sistem olarak düşünülerek, sistem yapıları belirlenmiştir.
 - Malzeme olarak standart demir-çelik profil malzemeleri kullanılmıştır.
 - Belirlenen yapılara etki edebilecek maksimum kuvvetlere göre en uygun malzeme seçilmiştir. Malzeme seçimi yapılırken ekonomiklik, dayanım gibi özellikler göz önüne alınmıştır.
 - Seçilen malzemelerin her biri için etki eden kuvvetler belirlenmiş, bu kuvvetlere göre kesme kuvveti-moment diyagramları çizilmiş, maksimum kesme kuvveti ve moment değerlerine göre malzemelerin dayanımları onanmıştır.
 - Malzemelerin birleştirilme işlemi kaynaklı bağlantı ile yapıldığından kaynak dayanımları kontrol edilmiştir.
 - Kaynaklı birleştirme yapılmayan bölümlerde diğer uygun bağlantı elemanları (cıvata, somun) kullanılmıştır.
 - Platformun ağırlığına ve taşıma kapasitesine uygun jant-tekerlek seçimi yapılmıştır.
 - Son aşamada sisteme hareket sağlayacak hidrolik devre elemanları belirlenip bu elemanların boyutlandırılması ve seçimleri yapılmıştır.
5. Tasarımı ve teknik çizimleri belirlenen platform Kahramanmaraş sanayinde tarım makinaları üretimi gerçekleştiren bir firmaya yaptırılmıştır.
6. Makinanın ağırlığına ve önceden belirlenmiş farklı tarla zeminlerine göre değişik çalışma hızlarında platformun yüksüz ve yüklü hareketi için gerekli güç belirlenmiştir.

Bu sonuçlar kapsamında aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

7. Tarım makinaları üreticileri bu araştırmadan yararlanarak belirlenen platformun tasarımını gerçekleştirebilirler.
8. Meyve üreticileri tasarlanan bu platform yardımı ile yapacakları hasat işlemlerinde yüksek dallardaki meyvelerin hasadını, çalışanlar ve ürün açısından güvenli bir şekilde gerçekleştirerek meyve kalitesini koruyabilirler.
9. Platform, hasat işleminin yanında meyvelerin taşınabilmesini de gerçekleştirerek işgücü ve zamandan tasarruf sağlayarak iş verimini artırabilir.
10. Gelişmiş ülkelerde traktörlerin ekonomik kullanma süresi 800-1000 saat/yıl iken ülkemizde 500-600 saat/yıl dır. Platform işletmede mevcut traktör tarafından hareketlendirildiği için traktörün yıllık kullanım süresi artırılıp traktörün işletme maliyeti düşürülebilir.
11. Tasarlanan yardımcı hasat platformu elle kullanılan mekanik araçlarla yapılan budama işlemlerinde yardımcı araç olarak da kullanılabilir.
12. İş ve zaman etüdü yapılarak saatlik, günlük iş kapasitesi belirlenebilir.
13. Yakıt tüketimi ölçümlerinin yapılması gerekir.
14. Farklı biçimde tesis edilmiş bahçelerin hasadı için yardımcı hasat platformunun boyutları değiştirilerek değişik boyut ve kapasitede hasat platformu imal etmek mümkündür.

Teşekkür

Bu çalışma, Ali AYBEK'in danışmanı olduğu, Mustafa ÜÇGÜL'ün yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Çalışmayı destekleyen Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Akçalı, İ. D. (1998/a). Makine Bileşenlerinin Tasarım Esasları, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü MACTİMARUM Yayın No: 3, Adana, 158 s.

Akçalı, İ. D. (1998/b). Mekanizma Tekniği, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü MACTİMARUM Yayın No: 7, Adana, s 1-199.

Anonim, (2005). Mert Hidrolik. www.mert.com/pdf/hidrolik/silindirler/khs.pdf

Anonim, (2006). Dildar Metal ve Demircilik. <http://www.dildarmetal.com/teknikbilgi.html>.

Anonim, (2007). Tigar Corporation. <http://www.tigarmh.tigar.com>.

Anonim, 1985. FAG Rulman Kataloğu. İstanbul.

Babalık, F. C. (1983). Makine Elemanları ve Konstrüksiyon Örnekleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 4-012-0093, Bursa, s 1-150.

Esposito, A. (1988). Fluid Power With Applications. Second Edition, ISBN 0-13-322728-6, Prentice Hall Inc., New Jersey, pp 1-328.

Liljedahl, J.B., Turnquist, P.K., Smith, D.W., Hoki, M. (1996). Traktors and Their Power Units. Fourth Edition, ASAE Textbook No.801P0196, St. Joseph, MI, USA, pp 240- 397.

Özcan, F. (1982). Hidrolik Akışkan Gücü, Mert Eğitim Yayınları, İstanbul, s 147-167.

Özmerzi, A., Yıldız, O., Kürklü, A., Ertekin, C., Külcü, R. (2004). Tarım Makinaları İçin Mühendislik El Kitabı. Literatür Yayıncılık, Dağıtım, Pazarlama San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul. ISBN 975- 04-0261-8. s 217-343.

Sabancı, A. (1999). Ergonomi, Baki Kitabevi, Adana, s 130-150.

Sabancı, A., Akıncı, İ. (2012). Tarım Traktörleri, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., Yayın No: 290. İstanbul, 207 s.

Shigley, J. E. (1986). Mechanical Engineering Design, McGraw- Hill Book Company, Singapore. ISBN 0- 07- 056898-7, pp 1-485.

Sullivan, I. A. (1975). Fluid power. Reston Publishing Company, Inc. U.S.A, pp 1- 440

Tezer, E., Sabancı, A. (1992). Tarımsal Mekanizasyon, Çukurova Üniversitesi Genel Yayın No: 44 Ders Kitapları Yayın No: 7, Adana, s 105-114.

Tuncer, İ. K, Özgüven, F. (1989). Bağ, Bahçe, Sebze ve Endüstri Kültürlerinde Mekanizasyon Uygulamaları, Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları Yayın No: 52, Ankara (Prof. Dr. Ing. E. Moser'den çeviri), s 98-116.

Yazıcıoğlu, O. (1999). Makine Elemanları. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul. ISBN 975- 486- 779-9, İstanbul, 350 s.

BÖLÜM III

Simulating the Optimal Irrigation Date and Amount of Onion Using the Fao Cropwat Model In Adana

**Yusuf Sadi Ibrahim¹
Burak Sen²**

1.0.Introduction

Water is necessary for the growth of plants and food production. Although it is a renewable resource, water is not always readily available (Tabari, 2020 & Patel & Patel, 2021). Global population growth is accelerating, and the increasing need for water is a major challenge. The limited amount of water available is causing increasing competition amongst municipal, industrial, and agricultural users. Today, the agricultural sector uses around 70% of the water consumed worldwide (Boretti & Rosa, 2019).

¹ Yusuf Sadi Ibrahim, Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Science and Technology, Plant Production and Technologies, Niğde/Turkey, Orcid -0009-0002-6823-237X, yusufibraheem04@gmail.com

² Dr. Öğretim Üyesi Burak ŞEN, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fak, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Niğde/Turkey, Orcid – 0000-0001-8105-1106, bsen@ohu.edu.tr

The simulated irrigation water demand increased as a result of the analysis demonstrating that all main crops' total crop water requirements increased with temperature (Surendran & al., 2014).

Evapotranspiration (ETc) is one of the fundamental and important parts of the hydrologic cycle. In the domains of irrigation scheduling, water resource management, water balance research, etc., however, appropriate precision in ET estimate is an essential consideration. ET is also thought to function as a measure of plant growth that is comparable to crop water requirements. In actuality, reference evapotranspiration (ETo) is first determined because it is challenging to calculate ET for each crop. Then, crop evapotranspiration is computed using the ETo (Mehdizadeh, 2018).

One of Turkey's most important horticultural crops is the onion (*Allium cepa* L.). Both irrigated and non-irrigated environments are used to grow onions. For growing onions, portable sprinkler irrigation systems are a typical practice and the best bulb output, seasonal evapotranspiration varies from 350 to 450 mm, depending on the annual environmental circumstances. Under non-irrigated and irrigated circumstances, respectively, bulb production ranges from 10 to 40 tons/ ha (Anonymous, 1997). To evaluate water stress and manage water resources effectively, irrigation scheduling and crop water consumption estimation are crucial. Soil properties, climate data, and crop characteristics can all be used to calculate crop water use. Computer models can perform quick and precise computations both globally and domestically (Kartal & al., 2019). Modeling is one of the main techniques used by researchers to determine the water requirement of crops. Many models such as the Crop yield and soil management Simulation Mode (CRPSM)

developed by (Hill, Hanks & Wright, 1987), Unit Command Area (UCA) developed by (Keller, 1987), (Cheong, 1992) developed the Rice Irrigation Management Model (RIMMOD), (Kuo, 1995) developed the Irrigation Simulation and Optimization Model (ISOM), conducted on-farm water demands based on climate-soil-plant systems.

The CROPWAT model is a simple tool for calculating crop evapotranspiration and yield responses to water, according to (Thimme & al., 2013). CROPWAT is an FAO-developed window-based model for determining the ETo for accurate irrigation scheduling and design. The basis to calculate ETo is based on the FAO Penman-Monteith Equation, which will also help with crop productivity (Osama, Elkholy & Kansoh, 2017). (Kar & Verma, 2005) state that numerous researchers have examined crop water requirements across the globe using the CROPWAT model.

The objective of this study is to determine the optimal irrigation date and amount of onion using CROPWAT Model, this will provide information for effective water management practices for this crop in Adana region.

2.0 Materials and method

2.1.0 Study area

The area selected for this study was Adana Province. Adana, a Mediterranean region situated in the southern part of Turkey with the station located within the geographical coordinates of 36.99 °N latitude and 35.20 °E longitude at an average altitude of 67m. It is characterized by moderate and dry summers and hot, humid winters.

2.2.0 Cropwat and input data

2.2.1 Cropwat

CROPWAT is a computer program developed by the Food And Agriculture Organisation (FAO) under the Land and Water Development Division. It uses the FAO Penman-Monteith procedure for the estimation of reference crop evapotranspiration (E_{to}), evapotranspiration (E_{tc}) and irrigation scheduling (FAO, 1998). The major input parameters of CROPWAT are climate data, crop data, soil data, and rainfall data and it contains broad information on a variety of crop structures, soil characteristics, and local climate parameters that help with irrigation schedule optimization and the computation of scheme water supply for various crop patterns under rainfed and irrigated conditions (Figure 1).

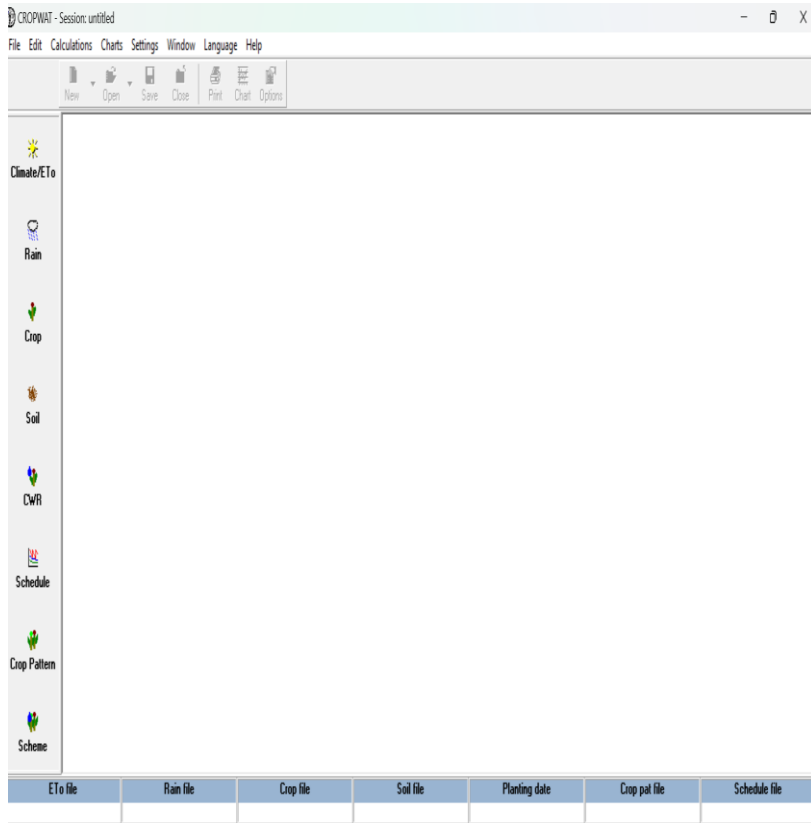


Figure. 1 Cropwat inputs

Source: Cropwat 8.0 for windows

2.2.2 Climate data

The climate data in terms of temperature, humidity, wind speed, sun hours and rainfall have been gathered from the Metrological station of Adana average from the 1990-2020 period and were attached to the software. Radiation and ETo Penman-Monteith according to temperature, humidity, wind speed and sun hours data were obtained (Smith, Kivumbi & Heng, 2002; Ewaid, Abed & Al-Ansari, 2019). (Figure 2) shows the climate data for one

year. Rainfall data plays a crucial role in determining the significance of agricultural water requirements. Effective rainfall is been calculated from rainfall (Figure 3).

Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m ² /day	mm/day
January	8.1	15.7	62	95	6.0	9.5	1.33
February	8.5	17.1	71	104	6.6	12.3	1.66
March	10.8	21.7	69	104	5.3	13.7	2.37
April	12.8	25.0	63	112	6.4	17.6	3.41
May	16.9	29.5	69	95	9.2	23.1	4.51
June	21.2	31.4	69	112	9.0	23.3	5.02
July	24.9	32.4	67	121	10.7	25.4	5.66
August	26.3	34.0	68	104	10.0	23.0	5.35
September	20.2	32.1	64	104	8.9	19.0	4.28
October	13.9	29.0	61	95	7.3	13.9	2.97
November	11.2	18.6	68	104	5.5	9.5	1.60
December	9.1	19.3	69	95	5.3	8.2	1.26
Average	15.3	25.5	67	104	7.5	16.6	3.29

Figure 2: Climate data and monthly radiation and eto penman-monteith calculation

Source: Cropwat 8.0 for windows

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January		
February		
March		
April		
May		
June		
July		
August		
September		
October		
November		
December		
Total		

Figure 3: Rainfall input for effective rain calculation

Source: Cropwat 8.0 for windows

2.2.3 Soil data

The soil texture considered in this study was clay soil texture based on a study conducted by (Şen, 2023) in Adana. Maximum depth of root obtained from (FAO 1998), the initial soil moisture depletion is assumed as 0% and the maximum infiltration rate of

rainfall, maximum depth of root, initial depletion of soil moisture content, and initial soil moisture available are given in (Table 1).

Table 1: Soil data

Parameters	Values
Total soil moisture (mm m ⁻¹)	198
Maximum rain infiltration rate (mm day ⁻¹)	40
Maximum rooting depth (cm)	45
Initial soil moisture depletion (%)	0

2.2.4 Crop data

The crop input data includes the crop coefficient (K_c), yield response factor (K_y), crop growth period, rooting depth and critical depletion. Onion chosen for the study, its planting date was reported to be 5th March and 160 total stages (days) in the Adana region, (Ministry of Food, Agriculture and Livestock of Turkey, 2017). Crop height, k_c values, rooting depth and k_y factor were compiled from (Fao, 1998). The crop parameters used are given in (Figure 4).

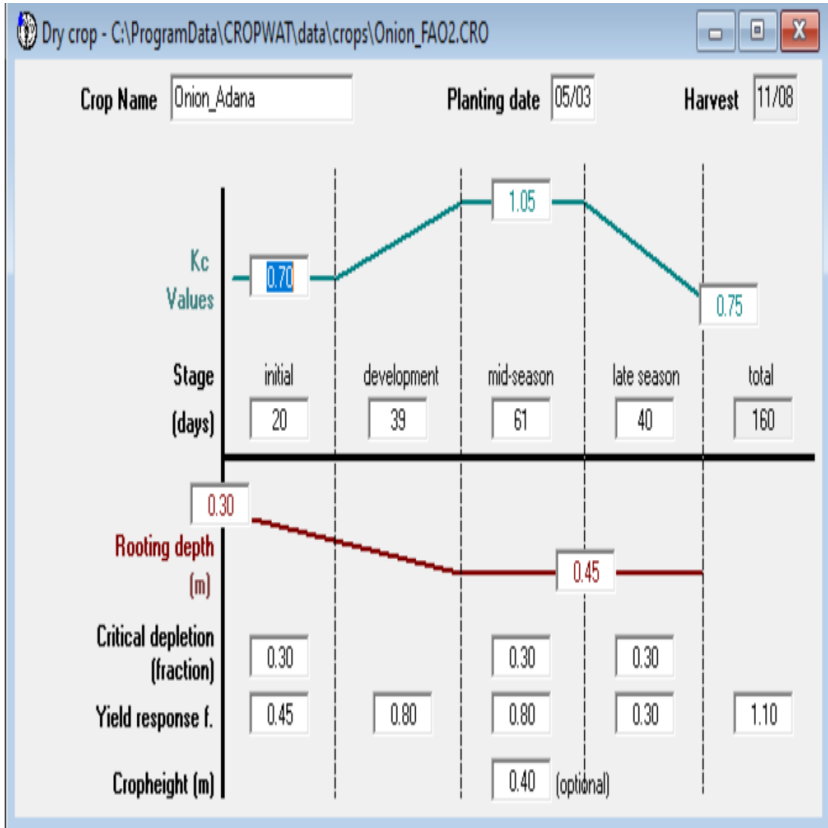


Figure 4: Crop data used in cropwat

Source: Cropwat 8.0 for windows

2.3.0 Cropwat output

2.3.1. Reference evapotranspiration (ETo)

The reference evapotranspiration E_{to} was computed using by FAO PenmanMonteith method incorporated in the CROPWAT model (Allen & al., 1998). FAO PenmanMonteith Equation used in estimation is given in Equation (1) below.

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34u_2)} \quad (1)$$

ET_o: Crop Water Consumption, Mm/D; R_n: Net Radiation, MJ/(M²D); G: Soil Heat Flux, MJ/(M²D); T: Average Air Temperature °C, U₂: Wind Speed at 2 m Elevation, M/S; (e_s–e_a): Vapor Pressure Gap, Kpa; Δ: Slope of Vapor Pressure Curve, Kpa/°C; Γ: Psychometric Coefficient, Kpa/ °C

2.3.2 Crop evapotranspiration (ET_c)

Estimation of crop evapotranspiration(ET_c) is carried out from reference evapotranspiration (ET_o). The model uses the ET_o and crop coefficient (K_c) in the calculation of ET_c, Eqn (2) is used to determine ET_c as reported by (Sara et al).

$$ET_c = K_c * ET_o \quad (2)$$

2.3.4 Irrigation water requirements and scheduling

The irrigation water requirement (IWR) is the amount of water that must be applied to the crop by irrigation to meet its total water needs. IWR may be lower than ET_c if the plant receives its water from other sources such as runoff, deep seepage, or rainfall (Brouwer & Heibloem, 1986). Furthermore, the amount of irrigation water needed will exceed ET_c if irrigation is the only source of water supply.

Irrigation schedules establish the ideal watering amount and the precise timing of watering (Figure 4)

To obtain accurate results, two different irrigation scheduling criteria were analyzed: critical depletion and user-defined scheduling. These help in the comparison of the irrigation requirements, scheduling and efficiency under different strategies.

(Figures 5 and 6) shows the user-defined and critical depletion irrigation scheduling from the model.

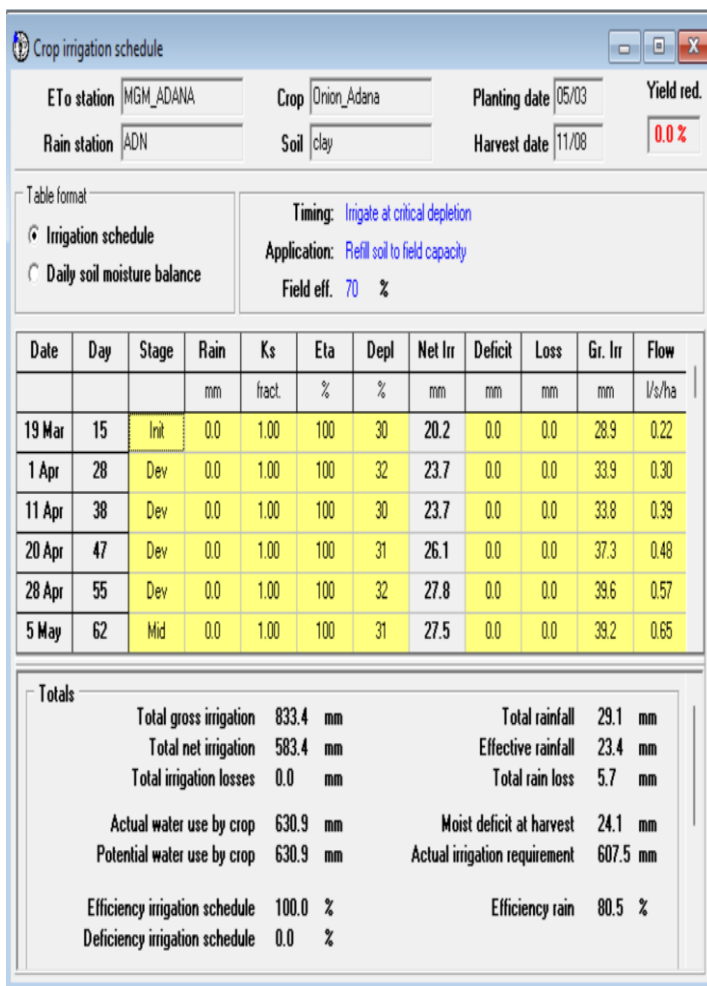


Figure 4: Output of irrigation scheduling and IWR

Source: Croptwat 8.0 for Windows

User defined timing/application

Application no.	Days after planting	Application depth
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Load current schedule OK Cancel

*Figure 5: Cropwat module input of user-defined
Source: Cropwat 8.0 for Windows*



Figure 6: Critical depletion set up from cropwat module Source: Cropwat 8.0 for Windows

3.0 Results

3.1.0 Effective rainfall (eff rain), net irrigation at critical depletion (irr cd) and net irrigation at user-defined (irr ud)

Effective rainfall is that portion of total rainfall that substitutes or potentially lowers the net irrigation amount of water required. The effective rainfall average was 24,4mm for 31 years. From (table 2) the average value for net Irr cd was lower than Irr ud, It's important to balance efficient water use with the needs of the crop to optimize both water conservation and crop yield, Figure 7 is the chart for Irrigation net at critical, Irrigation at user-defined and Effective Rainfall for 31 years.

Table 2: Average value of effective rainfall, irrigation net critical depletion and user-defined

Parameter	Eff rain(mm)	Net irr cd (mm)	Net irr ud (mm)
Average	24,4	640	703

*Net irr cd: Net irrigation at Critical depletion

*Net irr ud: Net irrigation at User defined

* Eff rain(mm): Effective rainfall

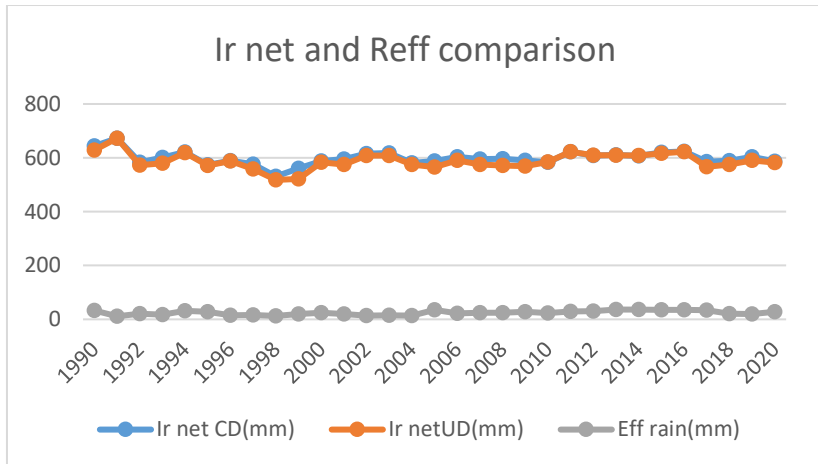


Figure 7: Irrigation net and effective rain comparison for 31 years

3.2.0 Reference evapotranspiration (ET_o) and crop evapotranspiration (ET_c)

Reference Evapotranspiration (ET_o) was calculated as 703mm. (Figure 8) gives the comparative of Crop Evapotranspiration (ET_c), irrigation requirement and effective rainfall for the 2020 year. It shows the increase in ET_o and Irr Req in the year. The total average Crop water requirement was found to be 640 mm, in which the highest crop evapotranspiration was in 1990 (695 mm) and the lowest ET_c was in 1998 (558 mm) and (598 mm) in 1999 because of variations in the weather, including temperature, daylight hours, humidity, and wind speed.

3.3.0 Irrigation scheduling and irrigation amount

The number of irrigation applications determined from the result was 21 times for the growing season. The first irrigation was 21,1mm 15 days after the planting and the last was on 12th July 156

days after planting. (Figure 9) shows the crop irrigation days and amount.

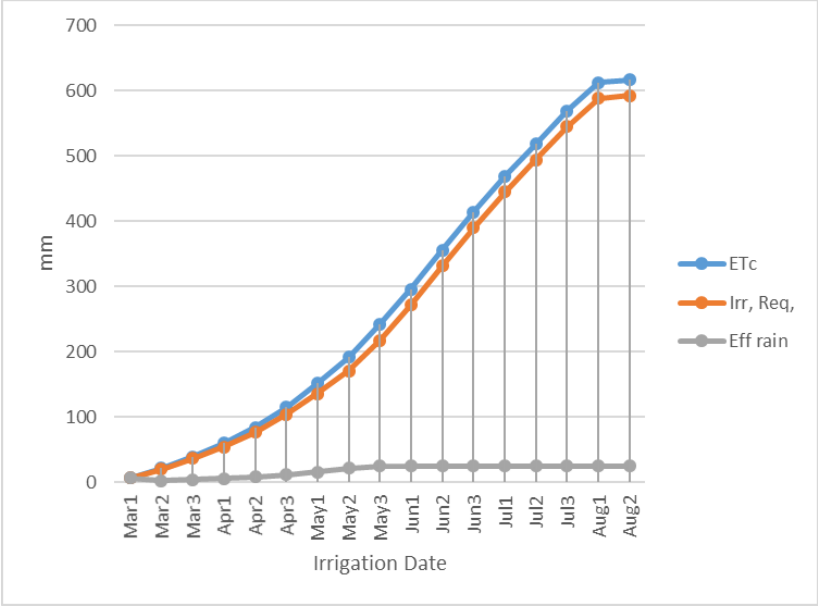


Figure 8: Etc, irr requirement and eff rain for 2020

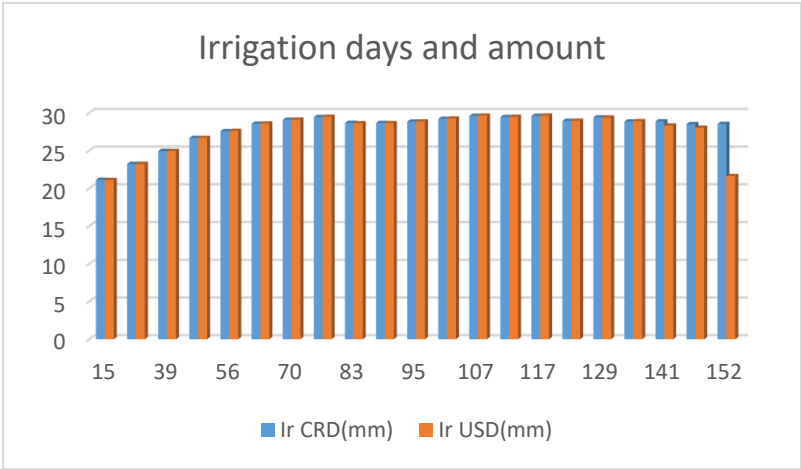


Figure 9: Irrigation dates and amounts

3.4.0 Yield

Rainfed result yield was compared with yield at full irrigation. An average of 0.45 tons/da was obtained for no irrigation. There was 89% yield reduction to yield at full irrigation. The highest yield was attained in 2015 from rainfed and in 2004 and 2006 the yield was obtained as the lowest (Figure 9).

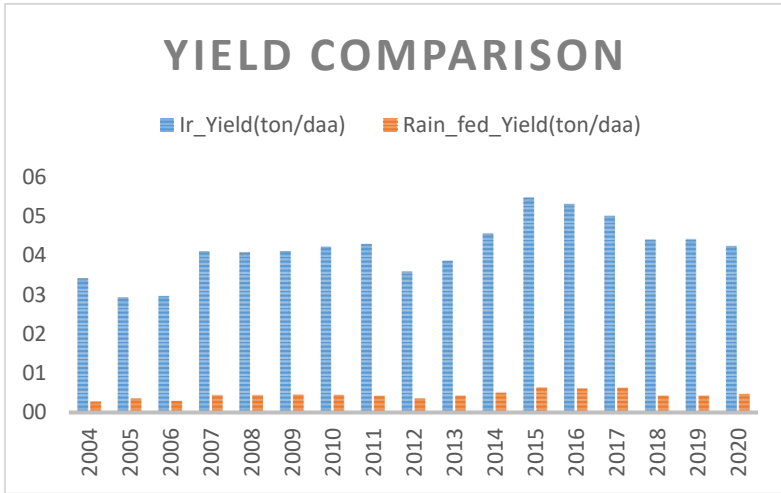


Figure 9: Yield comparison

3.5.0 Discussion

ETo values for Adana were computed using the Penman-Monteith method. The change observed was attributed to anticipated heavy rainfall events in some years as projected by the climate model. Furthermore, it is mentioned that in the context of climate change impacts in the Mediterranean area, a significant change in precipitation patterns is predicted, pointing toward a decrease marked by fewer events but increased intensity, especially in the spring [Soares, Paço & Rolim, 2022]. (Kadayifci, 2005) stated that the crop water needed for onions in Turkey ranges from 350 to 450

mm, with a bulb output of 40 t ha⁻¹, (Doorenbos & Kassam,1979) documented that with furrow irrigation, 35–45 t ha⁻¹ of onion yields could be achieved with 350–550 mm of water and suggested that for optimal yield, soil water depletion shouldn't be permitted to fall below 25% of available water. This corresponds with the yield results. According to the obtained data, crop production is dependent on the rate at which water is utilized, and crop water requirement was positively impacted by all elements that increase yield while reducing water usage for ET_c (Jones, 1977).

The quantity of total irrigation, frequency and number of irrigations reported for Tekirdağ province differ significantly from Adana. A study conducted in the region on the irrigation scheduling of onion revealed 14 and 13 applications of water for irrigation at 0.30 soil moisture depletion levels(Orta & Ener, 2001). However, the current study's findings showed that irrigation needs to be done 21 times between March and August. Tekirdağ and Adana provinces differ in climate, altitude, and geographic location, which accounts for variations in irrigation frequency and duration.

3.6.0 Conclusion

The crop water requirement of onion in the growing season requires 640 mm depth of water and 21 irrigation applications from the day after planting. The irrigation date intervals were as 15, 28, 39, 48, 56, 63, 70, 77, 83, 89, 95, 101, 107, 112, 127, 123, 129, 135, 141, 146, and 152 day after planting (DAP) with 588mm and 580mm as the irrigation amount at critical depletion and user-defined predicted to produce the maximum yield. It can be concluded that with the CROPWAT Software, the Irrigation interval, irrigation schedule and crop water consumption of other crops can be

determined. These results can be used for the most efficient water use and to optimize the production of the onion in the Adana region.

Reference

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. Fao, Rome, 300(9), D05109.

Anonymous, 1997. Agricultural productions summary. Turkish Republic, National Institute of Statistics, Ankara, 51p.

Boretti, A., & Rosa, L. (2019). Reassessing the projections of the world water development report. NPJ Clean Water, 2(1), 15.

Brouwer, C., & Heibloem, M. (1986). Irrigation water management: irrigation water needs. Training manual, 3, 1-5.

Cheong, B.H. (1992). "Improving Irrigation System Performance for Rice Culture." Ph.D. Dissertation, Utah State University, Logan, Utah.

Doorenbos, J., & Kassam, A. H. (1979). Yield response to water. Irrigation and drainage paper, 33, 257.

Ewaid, S. H., Abed, S. A., & Al-Ansari, N. (2019). Crop water requirements and irrigation schedules for some major crops in Southern Iraq. Water, 11(4), 756.

FAO (Food and Agricultural Organization). 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy.

Hill, R. W., Hanks, R. J., & Wright, J. L. (1983). Crop yield models adapted to irrigation scheduling programs.

Jones, O.R. (1977). Physiological Aspects of Dryland Farming. *Soil Science*, 124, 377.

Kadayifci, A., Tuylu, G. İ., Ucar, Y., & Cakmak, B. (2005). Crop water use of onion (*Allium cepa* L.) in Turkey. *Agricultural Water Management*, 72(1), 59-68.

Kar, G., & Verma, H. N. (2005). Climatic water balance, probable rainfall, rice crop water requirements and cold periods in AER 12.0 in India. *Agricultural water management*, 72(1), 15-32.

KARTAL, S., ÇOLAK, Y. B., GÖNEN, E., & ÖZFİDANER, M. (2019). Tarsus Bölgesinde patlıcan bitkisinin sulama programının CROPWAT 8.0 programı kullanarak oluşturulması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 332-342.

Keller, A.A. (1987). The USU Unit Command Area Model. *Water Management Synthesis II Project, WMS Report No. 71, USAID. Logan, UT.*

Kuo, S. F. (1995). Decision support for irrigated project planning using a genetic algorithm. *Utah State University.*

Mehdizadeh, S. (2018). Estimation of daily reference evapotranspiration (ET_o) using artificial intelligence methods: Offering a new approach for lagged ET_o data-based modeling. *Journal of hydrology*, 559, 794-812.

Ministry of Food, Agriculture and Livestock of Turkey. 2017. Plant water consumption of irrigated plants in Turkey. Ministry of Food, Agriculture and Livestock. Ankara/- Turkey (in Turkish).

Orta, A. H., & Ener, M. (2001). Irrigation scheduling of onion in Tekirdağ province of Turkey. *J. Appl. Hort*, 3(2), 75-77.

Osama, S., Elkholy, M., & Kansoh, R. M. (2017). Optimization of the cropping pattern in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 56(4), 557-566.

Patel, P., & Patel, A. (2021). Low cost model for desalination of water using solar energy to overcome water scarcity in India. *Materials Today: Proceedings*, 47, 1409-1415.

Smith, M., Kivumbi, D., Heng, L.K. (2002) Use of the FAO CROPWAT model in deficit irrigation studies. In *Deficit Irrigation Practices*, FAO: Rome, Italy.

Soares, D., Paço, T. A., & Rolim, J. (2022). Assessing climate change impacts on irrigation water requirements under Mediterranean conditions—A review of the methodological approaches focusing on maize crop. *Agronomy*, 13(1), 117.

Surendran, U., Sushanth, C. M., Mammen, G., & Joseph, E. J. (2014). Modeling the impacts of increase in temperature on irrigation water requirements in Palakkad district: A case study in humid tropical Kerala. *Journal of Water and Climate Change*, 5(3), 472-485.

Şen, B. (2023). Determining the Changing Irrigation Demands of Maize Production in the Cukurova Plain under Climate Change Scenarios with the CROPWAT Model. *Water*, 15(24), 4215.

Tabari, H. (2020). Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability. *Scientific reports*, 10(1), 13768.

Thimme Gowda, P., Manjunaththa, S., Yogesh, T., & Satyareddi, S. A. (2013). Study on water requirement of Maize (*Zea mays L.*) using CROPWAT model in northern transitional zone of Karnataka. *J. Environ. Sci. Computer. Sci. Eng. Technol*, 2, 105-113.

BÖLÜM IV

Gıda Kurutmada Yaygın Kullanılan Kurutma Öncesi İşlemler

Zehra YILDIZ¹

Giriş

Taze gıda ürünlerinin üretildiği mevsimden bağımsız olarak her zaman tüketilebilmesi, sağlıklı ve besleyici atıştırmalık olması, tüketimden sonra arta kalan ürünlerinin değerlendirilmesi amacıyla kurutulur. Kurutma işleminde mikroorganizma faaliyetlerini engelleyerek ya da azaltarak ürünün uzun süre muhafaza edildiği uzun raf ömrü için mikroorganizma faaliyetlerini yavaşlatmak veya durdurmak gerekir. Bunu sağlamak için ürünün başlangıç nem miktarının düşürülmesi gereklidir. Başlangıç nem miktarı ürün türüne bağlı olarak yaklaşık % 60-80 arasında olup, son nem içeriği % 10-25'e kadar düşürülmelidir. Kurutma işleminde ısı etkisiyle

¹ Prof. Dr., Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü, Mersin, Türkiye. Orcid ID: 0000-0003-1304-4857, e-mail: zyildiz@tarsus.edu.tr

üründeki nem buharlaştırılarak ortamdan ayrılır. Gıda ürünlerinin kurutulması ile uzun süre bozulmadan korunabilen ürünler elde edilirken nem kaybı ile hacimde meydana gelen azalma sebebiyle taşıma, depolama ve paketleme maliyetleri düşük, katma değeri yüksek ürünler elde edilir (Ertekin & Yaldız, 1998).

Meyve ve sebze gibi tarım ürünleri, hasat edilirken ürünün temasta olduğu toprak, su veya havadaki mikroorganizmalar, böcekler gibi zararlılar, kullanılan pestisitler ya da kimyasallar gibi istenmeyen fiziksel, kimyasal veya mikrobiyolojik ajanlar tarafından kontamine olabilir. Ürünün üzerinde bulunan toz, toprak, sap ve çöp gibi fiziksel kirlilikler ya da istenmeyen fazlalıklar ürün hijyenini bozar. Ayrıca hammadde yığına karışan cam, metal, plastik ve çakıl gibi yabancı maddeler de kullanılan makine ve ekipmana zarar verebilir. Ham veya fazla olgunlaşmış, ezik, çürük, küflü, parçalanmış, hayvan veya böcek yeniği olan deforme ürün sağlam ürününde kalitesini bozar. Bu şekilde sağlıklı olamayan ürünlerin kurutulması son ürün kalitesini düşüreceği için kurutmadan önce ürün bazı hazırlık işlemlerine tabii tutulur. Kurutma öncesi hazırlık işlemleri, yıkama, ayıklama, sap alma, kabuk soyma, baş-uç alma, çekirdek çıkarma ve doğrama gibi işlemlerdir. Hazırlık işlemleri, ürünün fiziksel ve kimyasal kirlilerden uzaklaştırılmasını, işlemede sorun yaratan fazlalıkların, çürük, küflü, ham ve uygunsuz olanların ayrılması ile mikrobiyolojik yükün azaltılmasını sağlar (Meb, 2013).

Kurutma öncesi hazırlık işlemlerinden sonra kuru ürünün özelliklerini iyileştirmek ve kurutma performansını artırmak için farklı ön işlemler uygulanabilir. Kurutma sırasında özellikle kimyasal bileşim, renk, doku, büzülme ve besin kaybı gibi olumsuz değişiklikleri azaltarak kaliteli kuru ürün elde etmek için çeşitli ön

kurutma işlemleri ve kombinasyonları ile birlikte ön kurutma yapılabilir. Kurutma ön işleminde, ürünün kurutulmadan önce içerdiği nemin bir kısmının uzaklaştığından kurutucu yükü azalır, ürünün düşük sıcaklıkta kısa zamanda kurumasını sağlar. Ürünün renk, tat, doku ve besin değerlerinin korunması veya yükseltilmesi, mikroorganizma faaliyetlerinin önlenmesi ile uzun raf ömürlü ürünler için uygulanan işlemlerdir (Gürel & ark., 2016). Gıda ürünlerinin kurutulmasında kullanılan ön işlemler ürün özelliklerine göre değişmekle birlikte kurutma öncesi uygulanan başlıca kurutma ön işlemleri kükürtleme, tuzlama, alkali çözelti uygulaması, haşlama, daldırma, ozmotik dehidrasyon ve değişik çözeltilerde işlemdir (Özler & ark., 2004; Taiwo & Adeyemi, 2009; Yokuş, 2014; Romano & ark., 2010). Daldırma, haşlama, tuzlama, kükürtleme ve ozmotik dehidrasyon gibi ön işlemler, kurutulmuş meyve ve sebzelerin fizikokimyasal ve besinsel niteliklerini koruyan ve geliştiren ön işlemlerdir (Zaman & ark., 2020).

Alkali ve diğer çözeltilerin uygulanması gibi kimyasal ön işleme, haşlama ve sıcak daldırma gibi ısı ön işleme ve ozmotik dehidrasyon gibi kurutma öncesi uygulanan işlemler genellikle kuru gıdanın fizikokimyasal ve duyu özelliklerini iyileştirmek için kullanılır (Silva & ark., 2022). Ürünlerin kurutulmasında uygulanan ön işlemler ürün kalitesini etkilemektedir. Kuru ürünlerde besin değeri, tekstür, rehidrasyon yeteneği, doku, gevreklik, gözeneklilik, aroma, tat ve renk en önemli kalite parametreleri arasındadır (Keçebaş, 2007). Kurutma ön işleminin, ürünün kurutulmadan önce neminin azaltılması ile kurutucu yükünü düşürülmesi, daha düşük sıcaklıkta daha az sürede kurutma işleminin gerçekleşmesi, renk, tat,

doku ve besin değerlerinin muhafaza edilmesini veya arttırılmasını, uzun raf ömürlü ürünler elde edilmesini sağlar (Gürel & ark., 2016).

Kükürtleme ve tuzlama kurutma ön işlemleri, mikrobiyal yükü azaltırken kuru ürünün renginin korunmasına yardımcı olmaktadır. Alkali ve farklı çözelti uygulaması, daldırma ve ozmotik dehidrasyon ön kurutma işlemleri çözeltide işleme olarak düşünülebilir. Ozmotik dehidrasyon kurutulacak ürünün özelliklerini geliştirmek için tercihen uygulanırken diğer çözeltide işleme yöntemleri ürünün mikrobiyolojik aktivitelerin engellenerek hijyenin sağlanmasını sağlar. Ozmotik dehidrasyon ile daldırma işlemleri ürünün rengi ve dokusuna etki eder. Daldırma işlemi ozmotik dehidrasyondan önce uygulanabilmektedir. Daldırma işlemi, sıcak ve soğuk olarak su veya buharla yapılmakta olup, ozmotik dehidrasyona göre daha kısa sürede gerçekleşen bir işlemdir (Moreno & ark., 2000). Haşlama ve sıcak daldırma ön işlemleri, belirli sıcaklıklarda gerçekleşip ısıtma yapmak gerektiği için bu işlemler ısı ön kurutma işlemi olarak bilinir (Yıldız, 2022).

1. Kurutma Öncesi Hazırlık İşlemleri

Kurutma öncesi hazırlık işlemleri uygulanmamış ürün kurutulması mümkün değildir. Bu işlemler ile hijyenik ve sağlıklı ürünler üretilir, kurutma işlemini kolaylaştırır, tüketici beğenisine göre ürün elde edilir, mikroorganizma faaliyetleri yavaşlar, enzim faaliyetlerini durdur ve ürünün tüketilebilirliği sağlanır. Hazırlık işlemleri, ürün türüne göre değişir (Meb, 2013). Kurutma öncesi yaygın olarak uygulanan hazırlık işlemlerinden olan yıkama, ayıklama, sap alma, kabuk soyma, çekirdek alma ve doğrama gibi işlemler aşağıda açıklanmıştır.

Yıkama: Kurutulacak gıda ürünü kurutma işlemi önce ilk işlem olarak yıkanmalıdır. Yıkama ile ürün yüzeyindeki kir gibi yabancı maddeler, pestisitler, insektisitler uzaklaştırılır ve mikroorganizma yükü azalır. Ürün su, buhar, sirke çözeltileri veya bitkisel arıtma çözeltileri ile muamele edilerek yıkama işlemi gerçekleştirilir (Meb, 2013).

Ayıklama: Yıkanmış ürünlerde kusurlar daha kolay fark edildiği için yıkama işleminden hemen sonra sebze ve meyveler ayıklanmalıdır. Bozuk, ezik, çürük ve küflenmiş, kurutmaya uygun olmayan ürünler atılmalıdır. Bozuk, ezik veya çürük kısım küçük olsa bile ürünün kalitesini ve insan sağlığını olumsuz etkileyeceğinden bu tür sebze ve meyve ayıklanarak kurutulmamalıdır. Yıkama işlemi ile fiziksel ve kimyasal kirlerin büyük kısmı uzaklaştırılırken ayıklama işlemi ile uygun olmayan ürünün uzaklaştırılması sağlanmaktadır (Meb, 2013).

Sap Alma: Kuru ürünün görünüşünü iyileştirmek, kolay ambalajlanmasını sağlamak, ürünü tamamen tüketilebilir olmasını sağlamak, saplarda bulunabilecek mikroorganizma yükünü azaltmak için sebze ve meyvelerin yenmeyen sap kısımları elle veya makineyle uzaklaştırılır. Sapın dışında bazı sebzelerin yenmeyen baş ve uç kısımları da kesilerek uzaklaştırılmalıdır (Meb, 2013).

Kabuk Soyma: Kabuk soyma işlemi, meyve ve sebzelerin istenilmeyen, yenilmeyen bölümlerin uzaklaştırılması, ürünün dış görünüşünün, ürün görselliğinin iyileştirilmesi ve kurutma hızının artırmak için yapılır. Kabuk soyma işleminde gıda maddesinden uzaklaştırılan ürün miktarının mümkün olduğunca az olacak şekilde

kabuğun ince soyulması istenir. Kabuğu soyulmuş yüzeyler, temiz ve zarar görmemiş olmalıdır (Meb, 2013).

Çekirdek Alma: Gıda ürünü doğranmadan önce çekirdekli gıda ürünlerinde çekirdek ve etrafındaki çekirdek evi çıkartılmalıdır. Böylelikle kuru ürünün tamamı tüketilebilir. Ancak çekirdeğin ve çekirdek evinin çıkarılması, birim hacme düşen meyve miktarı da düşürür (Meb, 2013).

Doğrama: Kurutulmuş sebze ve meyvelerin tüketime hazır halde, kolaylıkla tüketilmesi, tüketicinin isteği ve kurutma hızını artırmak gibi nedenlerle boyutları büyük olan ürünler, parçalama, doğrama veya dilimleme işlemi ile küçültülür. Doğrama işlemi ile kurutma yüzeyi küçülmekte ve ürüne kurutma havasının ısısı daha kısa sürede homojen bir şekilde ulaşması sağlandığı için kurutma işleminin verimi artar. Ayrıca doğranmış sebze ve meyveler daha kolay ambaljanır. Ambalaj içindeki gıda ürününün miktarı artar. Doğranmış ya da dilimlenmiş ürünün görseelliği daha iyidir (Meb, 2013).

2. Kurutma Sırasında Ürün Özelliklerinde Meydana Gelen Değişiklikler

Kurutma işlemi sırasında kurutulan ürünün özellikle besin ve duyuşal özellikleri gibi ürünün son kalite özelliklerinde kayba neden olan istenmeyen bazı fiziksel ve kimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Fiziksel değişiklikler, çözünür madde göçü, rehidrasyon kapasitesinde azalma, kabuk oluşumu, çekme ve büzülme gibi değişikliklerdir. Kurutma sırasında nem ile beraber aynı zamanda su da çözünmüş maddelerinde bir kısmı uzaklaşır. Kurutmada nem kaybı artarken katı kazanımı düşebilir. Kurutma sırasında üründen

çözünür kuru madde transfer hızına bağı olarak ürün yüzeyinde sertleşme, çekme veya kabuklaşma meydana gelebilir. Kabuklaşma özellikle şeker içeriği yüksek meyvelerin kurutulmasında ve kurutma işleminin ilk aşamasında yüksek sıcaklık uygulanmasından dolayı ürün yüzeyinde görülebilir. Daha düşük sıcaklıkta ve nemli hava ile kurutma ile kabuk oluşumu engellenebilir. Ürün yüzeyinde oluşan kabuk alt tabakaların su direncini artırarak nem kaybını baskılar, çabuk bozulabilecek yüzeyi kırılğan, kuru, sert ve içi nemli bir ürün elde edilir (Ayan, 2010; Anonim, 2023).

Çekme, kurutma işleminde gerçekleşen yapısal önemli bir değişiklik olup, genelde kurutmanın başlangıç aşamasında gerçekleşen gıda yapısının çökmesi sonucu meydana gelen istenmeyen bir olaydır. Meyve ve sebzelerin kurutulması sırasında yapısal çekme ve çökme kaçınılmazdır özellikle yapısal çekmenin engellenmesi çok zordur (Yokuş, 2014; Anonim, 2023).

Büzülme, kurutma sırasında çekme, daralma ve sertleşme nedeniyle ürünün yüzeyinde, boyutlarında ve şeklinde değişim olur. İçerden yüzeye su transferi zorlaşacağı için kurutma hızı düşer. Bu durum ürünün rehidrasyon kapasitesini de etkiler. Rehidrasyon kapasitesi, kuru ürünün suya konulduğunda taze durumunda içerdiği kadar su alarak kurutulmadan önceki durumuna ve şekline dönüşebilme oranıdır (Ayan, 2010; Yokuş, 2014). Üründeki çekme, büzülme, çökme ve kabuklaşma ürünün gözenekliliğini, gevrekliğini, çiğnenebilirliğini etkiler, hacim azalması, boyut değişikliğine ve tekstür yapısının bozulmasına sebep olur.

Kurutma işlemi sırasında kurutulan ürünün renginde solma, esmerleşme, parlaklığını yitirmesi gibi istenmeyen renk değişimleri

olmaktadır. Renk değişimine neden olan kimyasal tepkimeler, enzimatik olan ve enzimatik olmayan esmerleşme tepkimeleri olarak ayrılmaktadır. Enzimatik olmayan esmerleşme tepkimeleri, askorbik asit bozunması, karamelizasyon ve Maillard tepkimesidir. Bunlardan en önemlisi Maillard tepkimesidir. Maillard tepkimesinde renk değişiminin yanısıra besin değerinde kayıplar yaşanmakta istenmeyen acı bir tat ve koku meydana gelmektedir (Ayan, 2010). Esmerleşme derecesi ürünlerdeki kusurların göstergesidir. Esmerleşme az ise ürünün sadece görünüşünde kusur vardır ama ileri derecede esmerleşme var ise ürünün tat, koku ve rehidrasyon yeteneğinde önemli oranda bozulma vardır (Anonim, 2023).

Kurutma sırasında gıdaya aroma, lezzet ve tat veren uçucu bileşiklerin kaynama noktası sudan daha az olduğundan nem ile beraber uçucu bileşikler buharlaşarak üründen uzaklaşabilmektedir (İstanbul Sanayii Odası, 2010). Kurutma işleminde gıdaların fiziksel, duyuşsal özellikleriyle birlikte ürünün kimyasal bileşimlerinde de değişiklik olmaktadır. Gıdaların yapılarında bulunan vitaminler, mineraller ve proteinler gibi bazı besin gruplarındaki bileşikler kurutma işleminde meydana gelen oksidasyon sonucunda azalır (Ayan, 2010).

Kurutulan ürünlerde su da çözünmüş maddeler ve su buharı ile taşınan uçucu bileşenler de uzaklaşmaktadır. Bu durum sadece renk, şekil ve boyut değişikliklerine değil aynı zamanda gıda ürününde besin, vitamin, mineral, tat, aroma ve koku gibi kayıplara neden olmaktadır. Bu kayıpları azaltmak için kurutma öncesi birçok işlem uygulanmaktadır (Anonim, 2023).

3. Kurutma Ön İşlemleri

3.1. Kükürtleme İşlemi

Kükürtleme ön işlemi kurutma öncesi, kurutma sırasında veya kurutma sonrasında ürünün mikrobiyolojik bozulma direncini arttırmak amacıyla yapılır. Kükürtleme işlemi, ürünün kükürt dioksit gazı (SO₂) ile işlenmesi veya sülfite çözeltisine daldırılması ya da püskürtülmesi şeklinde gerçekleştirilir (Şen, 2013; Ayan, 2010). Ancak özellikle meyvelerde kükürtlü çözeltiye daldırma ile meyve asidi, meyve şekeri gibi bazı bileşiklerin çözeltiye geçerek kuru madde kaybına neden olmaktadır. Kükürtleme işleminde kükürt çözeltisine daldırma işlemi meyvede istenen oranda kükürt dioksit konsantrasyonu birikmemesinden dolayı tercih edilmemektedir (Şen, 2013). Özellikle B1 vitamini olan tiaminin kükürt dioksite karşı duyarlı olmasından dolayı kükürtlenen ürünlerde tiaminin neredeyse tamamı kaybolmaktadır (Ayan, 2010). Ön işlem yapılmadığı durumda özellikle meyveler depolama sürecinde kararmaya devam eder. Bu sebeple kurutulmuş meyvelerin uzun süreli saklanması için özellikle kükürtleme işlemine tabii tutulması gerekir (Abano & Sam-Amoah, 2011).

Kükürtleme işleminde kükürt dioksit gazıyla işleme yöntemi daha etkili, ucuz ve kolay olduğundan sülfite çözeltisine daldırma işleminden daha çok tercih edilir. Kükürt dioksit, askorbik asit, karoten ve diğer oksitlenen biyokimyasal bileşiklerin korunmasını sağlar. Ülkemizde yaygın olarak islim odası ya da islim çadırı olarak bilinen kapalı bir kükürtleme odasında kükürtün yakılmasıyla elde edilen SO₂ atmosferinde ürün bir süre bekletilir. Kurutma işlemi sırasında gıda ürününde meydana gelen enzimatik ve özellikle de enzimatik olmayan esmerleşme olayını önlemek ve rengin

açılmasını sağlamak için kükürt dioksit uygulaması en yaygın kullanılan işlemdir. Kükürt dioksit, hücredeki bazı enzimleri özellikle oksidasyon enzimlerini etkisizleştirerek enzimatik olmayan esmerleşmeyi reaksiyonlarını önler ya da azaltır (Şen, 2013; Yokuş, 2014).

Kükürtlü kuru ürünlerin tüketimine karşı bazı ülkelerin hassasiyetinden dolayı kullanılacak kükürt derişiminde sınırlandırma yapılmıştır. Kükürt dioksit 100-200 ppm gibi düşük derişimlerde bakteriyostatik ve daha yüksek derişimlerde ise bakterisidal etkili bir koruyucudur. Bazı meyvelerde kurutma öncesi 1000-3000 ppm düzeyinde kükürtleme yapılabilmektedir. Kükürt dioksit miktarı, uygulama koşulları ve ürün özelliklerine bağlı olduğundan kükürt dioksit miktarının kontrol etmek zordur. Kükürtleme işleminden hemen sonra meyvenin absorpladığı kükürdün çoğunluğu serbest formda olup, % 10-20'lik kısmı bağlı formda bulunup kurutma sırasında sürekli miktarı artar. Kükürtleme süresi uzadıkça bağlı formdaki kükürt miktarı serbest formdaki kükürde göre daha hızlı artmaktadır. Kükürtleme işlemi, işlem süresine ve dozuna; ürün çeşidine, olgunluğuna, büyüklüğüne, depolama koşullarına ve süresine bağlıdır (Yokuş, 2014).

Kükürtleme işlemi, gıda kodeksi dikkate alınarak yapılır (Yokuş, 2014). Kükürt astım, isilik ve mide rahatsızlıklarına neden olabilmektedir. Sofralık üzümlerde tütsüleme vasıtasıyla kükürt dioksit kullanımı ABD Çevre Koruma Dairesi (EPA) tarafından pestisit olarak sınıflandırılmış ve miktarının 10 ppm'den daha az olması ve ayrıca işlenmiş gıdalarda ise 10 ppm'den daha fazla olan miktarın ürün paketi üzerine yazılmasının gerekliliği belirtilmiştir (Bingöl & Derves, 2010). Örneğin birçok Avrupa ülkesinde ve

ülkemizde de islimli kuru kayısıda bulunabilecek kükürt dioksit miktarı en fazla 2000 ppm'dir (Şen, 2013). İnsanda belirli miktarda kükürt dioksit ve kükürt trioksit oksijenle tepkimeye girerek sülfata yükseltgenir ve vücuttan idrarla atılır. 1 gram sodyum sülfid, günlük olarak alınması gereken protein ve yağ kullanımını azaltmaktadır. Bir gün de 4-5.8 gram tüketilen kükürt miktarı, karın ağrısı ve kusmaya sebep olabilmektedir (Bingöl & Derves, 2010).

3.2. Tuzlama İşlemi

Tuzlama işlemi, kurutulmuş sebzelerde depolama sürecinde küf ve maya gelişimini engellemek, mikrobiyolojik yükü azaltmak için yapılan bir ön işlemdir. Organik ürünler gibi bazı ürünlerin kurutulmasında kükürt dioksit ön işlemi yapılmamaktadır. Bu nedenle organik ürünün diğer ön işlemler uygulayarak veya herhangi bir ön işlem uygulanmadan kurutulması gerekir. Özellikle sebzelerin kurtulmasında kükürt dioksit ile işleme yöntemine alternatif ön işleme yöntemi tuzlama işlemidir. Tuz belli bir dozun üstünde antimikrobiyal etki göstermekte ve ürünün rengini korumaya yardımcı olmaktadır (Ayan, 2010).

Kurutmada kullanılacak tuz, Türk Gıda Kodeksi 2004/44 no'lu Sofra ve Gıda Sanayii Tuz Tebliği'nde belirlenen değerlere uygun olmalıdır. % 6'ın üzerindeki tuz derişiminde bakterilerin çoğunluğu yaşayamamakta veya bakteriyel aktivitesi azalmaktadır. Tuz derişimi özellikle % 10'un üzerinde olduğu durumda tuzun koruyucu etkisi önemli olmaktadır. Ancak yüksek tuz miktarı ürün tadını ve insan sağlığını bozabilmektedir. Tuzlama işlemi, doğrudan tuzun ürün yüzeyine serpilerek ya da tuz çözeltilerine daldırma veya püskürtme şeklinde uygulanır. Genellikle tuzlama işlemi, sergi yerlerine ya da tepsilere serilen dilimlenmiş ürünün üzerine

yemelik granül tuz el ile serpilerek uygulanır. Tuzlama işlemi, sebze kesildikten hemen sonra yapılmazsa sebze kesim yüzeyi kabuklaşabilir. Bazı sebzelerdeki gibi tuz içeriği yüksek ürünlerde nem miktarını düşürmek zor olduğu için tuzlama ile birlikte aside daldırma işleminin uygulanması daha etkili olmaktadır. Bu işlem, yemelik granül tuzun el ile serpilmesi ve sitrik asitin püskürtülmesi şeklinde uygulanarak yapılır. Sitrik asit uygulaması kurutma sırasında ürünün renginin korunması ve depolama sırasında üründeki renk değişimini önlenmek için yapılır (Şen, 2013;Yokuş, 2014).

3.3. Daldırma

Daldırma, özellikle sebzelere uygulanmakla beraber ürünün renk kaybına sebep olan enzimleri inaktive ederek biyokimyasal değişimleri önleyen bir ön işlemdir. Gıda ürünün kurutma ve depolama sırasında özellikle renk değişimini engellemek için çeşitli çözeltilere daldırılır. Daldırma işlemi meyvelere uygulandığında daldırma çözeltisi olarak asidik çözeltiler kullanılır (Romano & ark., 2010; Gürel & ark., 2016). Daldırma işlemi için askorbik asit, sitrik asit, malik asit gibi asitler, alkali çözeltiler, tokoferoller, sistein gibi doğal antioksidantlar, etil oleat ve bal çözeltisi gibi birçok çözelti kullanılmaktadır. Bunlar tek başına veya sitrik asit + tuzun birlikte uygulanması gibi diğer ön işlemlerle birlikte uygulanabilir. Özellikle bütün olarak kurutulan ve üzerinde kurutma hızını düşüren çekirdeksiz üzüm ve erikteki gibi kalın bir kütikula-mumsu tabaka bulunan meyvelerde bu katmanın sıyrılması, inceltmesi, tahriş edilmesi ve suyu seven (hidrofil) özellik kazandırılması gerekir. Bu sebeple bazı meyveler NaOH, Na₂CO₃ ve K₂CO₃ gibi alkali çözeltilere daldırılır. En yaygın kullanılan alkali daldırma çözeltisi

kuvvetli bir alkali olan NaOH'tir. Alkali çözeltilere daldırılan ürünün mumsu tabakası hasar görerek zayıfladığı için kuruma sırasında nem uzaklaştırılması kolaylaşır ve kuruma hızı artar. Alkali çözelti daldırma işleminin sıcak yapılması kabuğa yakın yerleşen enzimlerin parçalanmasını sağlar (Bingöl & Derves, 2010). Kullanılan alkali çözelti derişimi, ürünün olgunluğuna ve yetiştiiği bölgeye göre değişir. Az olgun ve yeşil meyvelere uygulanan alkali çözelti derişimi yüksek olmalıdır (Yokuş, 2014). Glikoz, fruktoz, sakkaroz, maltoz ve bal gibi şekerli çözeltilere özellikle meyvelerin daldırılarak kurutulması, ürünlerin nem içeriğini azaltarak raf ömrünü artırmada oldukça etkili bir yöntemdir. Bal çözeltisi ile ön işlem uygulanan ürünlerde tat daha iyi korunmaktadır. Aynı zamanda ürünlerin tat, renk ve aroma gibi duyuşal özellikleri ile rehidrasyon kapasitesini iyileştirmektedir (Günaydın & ark., 2023).

Daldırma işlemi çözelti sıcaklığına bağlı olarak sıcak daldırma ve soğuk daldırma işlemi olarak yapılabilir. Sıcak daldırma da yüksek sıcaklık kısa süre (HTST) ve soğuk daldırma da düşük sıcaklıkta yüksek süre (LTLT) de uygulanan bir daldırma tekniğidir. Soğuk daldırmada çözelti sıcaklığı ortam sıcaklığına yakın veya biraz üzerinde olması tercih edilir. LTLT daldırma işlemi, 50°C-70°C arasındaki sıcaklıklarda ve en fazla bir saat uygulanan bir daldırma işlemidir. Soğuk daldırma işlemi düşük sıcaklıkta gerçekteştiiğinden renk olarak daha kaliteli son ürünler elde edilir. LTLT daldırma işlemi sırasında ürünün dayanıklılığı artarken daha az büzölme gerçekteşir (Fikre, 2010). Sıcak daldırma işleminde çözeltinin sıcaklığı soğuk daldırma çözeltisinin sıcaklığından daha fazla olduğundan kuruma hızı soğuk daldırmaya göre daha yüksektir (Bingöl & Devres, 2010). HTST birkaç dakika boyunca kaynama

sıcaklığına yakın bir sıcaklıkta gerçekleşen bir daldırma işlemidir. Bu daldırma işleminde, yüksek sıcaklık nedeniyle daldırılan ürünün yüzeyindeki mikrobiyolojik yük düşer (Fikre, 2010). Sıcak daldırma işlemi, ürünün kütükül tabakası üzerinde çatlaklar ve delikler oluşturduğundan kuruma hızını soğuk daldırmaya göre daha fazladır fakat renk açısından soğuk daldırmada daha kaliteli son ürün elde edilebilir (İstanbul Sanayii Odası, 2010).

3.4. Haşlama

Haşlama, gıda maddelerinin genellikle 80-100°C'de minimum 54.4°C'nin üzerinde su ya da buhar içerisinde boyutlarına bağlı olarak 1-10 dakika süresince tutulması işlemidir. Haşlama, daha çok sebzeler için kullanılan bir ön kurutma işlemi olup bazı meyvelerin ön işlemi için kullanılmaktadır. Gıda ürününe uygulanacak haşlama yöntemi ile haşlama süresi ve haşlama sıcaklığı ürünün türü, olgunluğu ve boyutu gibi faktörlere bağlıdır (Anonim, 2013). Haşlanacak ürünün boyutu büyük ise daha yüksek sıcaklıkta ve daha uzun kurutma süresine ihtiyaç duyulur. Ayrıca, yüksek haşlama sıcaklığı ve düşük haşlama süresinde ürünün dış kısımları dağılırken iç kısımları haşlanmaz. Haşlama işlemi bazı sebze ve meyvelere parlaklık verir. Haşlama ile lahana, karnabahar gibi sebzelere özgü istenmeyen ham lezzet ve koku kısmen kaybolurken bamya gibi sebzelerde yapışkanlık giderilir. Ispanak, pazı gibi yapraklı sebzeler ve sert gıda ürünlerinde haşlama işlemi ile yumuşayan ürün kolaylıkla paketlenir. Ancak haşlama işlemi ek maliyet getirmekle beraber, vitamin gibi besin veya doku kaybı, pişmiş tat ve renk kayıplarına sebep olan bir ön işlemdir (Şat & Öz, 2015). Haşlama, ürün kalitesine olumsuz etkisi olan enzimleri inaktive ederek mikroorganizma yükünü düşürür. Haşlama ile

başlıca inaktive edilmek istenen enzim ısıl dayanıklılığı olan peroksidaz (POD) enzimidir. POD, oksidatif reaksiyonları katalizleyen ve fenolik bileşiklerde kahverengileşmeye sebep olur. POD enzimi, C vitamini, karotenoidler ve yağ asitleri gibi bazı besin maddelerinin kayıplarına neden olmaktadır (Gençdağ, 2017; Türkmen & ark., 2018).

Haşlama işlemi, geleneksel olarak su ya da buhar ile yapıldığı gibi ısı gerektirmeyen mikrodalga, kızılötesi, ultrases ve yüksek hidrostatik haşlama gibi farklı alternatif haşlama yöntemleri vardır. Geleneksel haşlama işleminde su da çözünen bileşenler haşlama suyu ile atıldığı için ürünlerde su da çözünen kuru madde, mineral, vitamin, fenolik ve karotenoid gibi bileşenler ile renk, doku, lezzet gibi duyuşsal özellikler olumsuz etkilenir. Bu yüzden son yıllarda geleneksel haşlama işlemi meyve ve sebzeler üzerine olumsuz etkilerini gideren yeni haşlama prosesleri önem kazanmıştır (Bozkır, 2020).

Haşlama işleminde su yerine buhar kullanıldığında daha kısa sürede haşlanma tamamlanmasına rağmen daha fazla besin kaybı olmaktadır (Cumhur, 2019). Su veya buhar ile haşlama da vitaminler, flavorlar, pigmentler, karbonhidratlar ve diğer suda çözünen bileşikler ayrılmaktadır. Özgül yüzey alanı ve kesilmiş yüzey alanı fazla olan ürünlerin özellikle haşlama işleminde suyun kullanılması durumunda kuru madde kaybı artarken haşlama için buhar kullanıldığında böyle bir durum yaşanmaz. Ancak çok az çözünmüş madde kaybı gerçekleşir ve haşlama işlemi ürüne daha homojen uygulanır (Akyol, 2004, Cemeroğlu, 2011; Cumhur, 2019). Düşük sıcaklıkta uzun süre haşlamadan sonra uygulanan yüksek sıcaklıkta kısa süreli haşlama yani aşamalı haşlama yüksek sıcaklıkta

geleneksel haşlamadan daha sıkı bir yapı kazandırır. Düşük sıcaklıkta haşlama, yeşil fasulye, karnabahar, havuç ve patates gibi sebzelere sertleşmesini sağlar. Gıda ürünlerine uygulanan kontrollü haşlama işlemi ile vitamin ve besin değerleri daha iyi korunur (Keçebaş 2007). Haşlama ortamına eklenen bazı organik asitler, haşlama boyunca ürünün besin değerlerinin, renginin ve ürün kalitesinin korunmasına yardımcı olur. Haşlama çözeltisi asidik yapılırsa haşlama işlemi daha hızlı gerçekleşir ve yeşil renkli sebzelerde yeşil renk kahverengi-sarı renklere dönüşür (Martins & Silva, 2002; Keçebaş, 2007). Haşlama ortamına sitrik asit (limon tuzu) ve askorbik asit (C vitamini) gibi organik asitler tercihen ilave edilir. Askorbik asit kuvvetli bir antioksidandır. Sitrik asit ise kuvvetli bir antioksidan olmasının yanı sıra istenmeyen enzimleri de inaktive ederek ürün kalitesinin korunmasına katkı verir (Gençdağ, 2017).

Buharla haşlama işleminde, gıda ürünleri yüksek nem içeren ortamda haşlanır. Buharla haşlama işleminde, çoğu mineral ve su da çözünen bileşenlerin suya geçmesi önlenir. Buharla haşlama işlemi, ürünlerin ısıl işlemi sırasında oksidatif etkisini en aza indirmek için etkilidir (Gençdağ, 2017). Buhar ile haşlama işleminde, su da çözünen vitamin, mineral ve karbonhidrat kaybı, atık miktarı sıcak su ile haşlama işlemine kıyasla daha düşük olup, ekipman bakımı, hijyeni-sterilizasyonu daha kolaydır. Ancak hammadde temizliği yeterince sağlanmadığı için buhar ile haşlanan ürünün su ile haşlanana göre daha temiz olması istenir. Sistemin maliyeti yüksek olup, üründe kütle kaybına yol açar (Cumhur, 2019).

Mikrodalga haşlama, geleneksel haşlamaya alternatif en yaygın kullanılan haşlama işlemlerinden biridir. Mikrodalga haşlamanın en önemli özelliği, ürün merkezinden yüzeyine doğru

içten dışa ısınma sağlandığı için daha homojen sıcaklık dağılımı gerçekleşir ve ürünün yüzeyinin fazla ısınması engellenir. Bu durum zaman ve enerji tasarrufu sağlar. Mikrodalga haşlama işleminde, gıdaların besin değeri daha fazla muhafaza edilir. Geleneksel haşlama işlemlerine göre mikrodalga haşlamada ısı yoğunluğu yüksek olduğu için daha kısa sürede haşlama gerçekleşir. Mikrodalga haşlama işleminde ürünlerin doku özelliklerinin istenilen ve kabul edilen sınırlar içindedir. Mikrodalga haşlama daha kısa sürede gerçekleştiği için ürünün tat, lezzet ve aroması daha iyi korunur (Gençdağ, 2017). Ancak mikrodalga haşlama işleminin yapraklı sebzelerde ürün yüzeyinin kuruması, meyvelerin karamelizasyonu, ürünün boyutuna ve şekline göre ısınmanın homojen olmaması gibi bazı olumsuz etkileri vardır (Türkmen & ark., 2018). Maliyeti yüksek, hammaddenin iç kısımlarında kuruma olduğundan sebzelerin haşlanmasında tercih edilmemektedir.

Gıdalar, atomların titreşimine neden olan dalga boyu aralığını genel olarak iyi absorbe ederler. Gıdalardaki su, protein ve nişasta gibi temel organik bileşenler 2,5 µm'den daha uzun dalga boylarında yüksek absorpsiyon göstermektedir. Kıızıl ötesi haşlamada enzim inaktivasyonu ve geleneksel haşlama işleminde karşılaşılan suda çözünen bileşenlerin kaybı, atık su oluşumu ve çeşitli kalite kayıpları gibi dezavantajları yoktur (Cumhur, 2019).

Yüksek hidrostatik basınç (YHB) işlemi, geleneksel haşlama işlemine alternatif olup, oda sıcaklığında katı ve sıvı gıdalar 100-1000 MPa basınç uygulanması işlemidir. YHB işleminde basıncın, suda haşlama işlemine kıyasla daha düşük mikroorganizma sayısı, daha az mineral ve vitamin kaybı olurken dokularda meydana gelen yumuşama yaklaşık aynı seviyededir. İşleme sırasında

hammaddelerin boyut ve geometrileri açısından kısıtlanmaması gibi avantajları vardır (Cumhur, 2019).

Ultrases uygulamaları, ultrasesin gıdalardaki LOX, PPO, POD gibi enzimlere ve ısıya karşı dirençli lipaz ve protoaz gibi enzimlere karşı etkilidir. Enzim ve mikroorganizmalara karşı olan etkinliği ısı, basınç ve diğer işlemlerle birlikte kullanılması ile artmıştır. Ultrases uygulamasının mikroorganizmalar ve enzimler üzerine etkisi, uygulamada oluşan kavitasyon baloncuklarının patlaması sonucu ortaya çıkan enerji kaynaklıdır. Ultrases işlemi, E.coli, S.aureus, B.subtilis ve P.aeruginosa bakterileri üzerinde özellikle etkilidir (Cumhur, 2019).

Ohmik, ultrasonik, darbeli elektriksel alan (PEF), yüksek hidrostatik basınç vb. gibi ön işlemler işlem süresinin kısaltılması amacıyla etkili yöntemler olarak kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde yeni teknikler olarak bilinen ultrasonik ve elektriksel ön işlemler son yıllarda yaygın olarak kullanımıyla dikkati çekmektedir. Ultrasonik dalgaların neden olduğu sünger etkisi sonucunda hücre dokularındaki gözeneklerde mikroskobik kanallar oluşmaktadır. Elektriksel ön işlem ile meyve ve sebze dokularında parçalanmalara neden olmakta ve gıdaların geçirgenliği artmaktadır. Elektriksel ön işlem üründe nem hareketliliğini arttırarak, hücre duvarlarının parçalanmasını sağlanmakta ve dolayısıyla yapısal değişikliklere neden olmaktadır (Icier & ark., 2013).

3.5. Ozmotik Dehidrasyon

Ozmotik dehidrasyon ile kurutma, düşük sıcaklıkta gerçekleşmesi sebebiyle son ürün kalite özellikleri ve enerji tüketimini düşürdüğü için son yıllarda önem kazanmaktadır.

Ozmotik dehidrasyon işlemi ise kurutma yöntemi olarak adlandırılmanın yanı sıra ön kurutma işlemi veya yarı kurutma yöntemi olarak da tarif edilmektedir. Ozmotik dehidrasyon işleminde, ürün hipertonic bir çözeltiye daldırılır ve ozmotik basınç farkı ile ürün dokusundan suyun uzaklaşmasıyla kurutma işlemi gerçekleşir. Ozmotik dehidrasyon sırasındaki kütle transferi, ürün dokusundan hipertonic çözeltiye su ve osmo-aktif maddeler geçişi şeklinde olup, denge sağlanana kadar kütle geçişi devam eder. Çözelti ve ürün arasında konsantrasyon farkı nedeniyle hücre duvarından çözeltiye su geçişi ve çözültiden ürüne madde geçişi olmak üzere iki türlü akış, hücre ve osmo-aktif çözelti arasında kimyasal potansiyel dengesi sağlanana kadar sürer (Albak & Belibağlı, 2010; Lee & Lim, 2011; Yıldız & Gencer, 2022). Difüzyonla çözelti geçişi, ürünün başlangıç ağırlığının genellikle % 5-10 kadar olmasına rağmen bu oran ürünün tadının ve bileşiminin değişmesine neden olmakla beraber kütle transferine direnç oluşturarak ürünün yüzey tabakasını bloke eder ve dehidrasyon hızı düşmesine yol açar (Eren & Ertekin, 2007). Kütle transferi kurutma işleminin sabit kurutma periyodunda daha hızlı gerçekleşip, kütle transfer hızı zamanla kademeli olarak azalır (Kamiloğlu, 2021).

Dekstroz, sukroz, esmer şeker, mısır şurubu, laktoz, bal, melas, maltodekstrin ve tuz gibi su da kolaylıkla çözülebilen maddeler ozmotik ajan olarak tercih edilir (Kamiloğlu, 2021). Osmo-aktif madde olarak düşük molekül ağırlıklı, kabul edilebilir kokusu ve yenilebilir tatta olan kararlı gıda bileşenleri seçilir. En yaygın kullanılan ozmotik ajan tuz ve şekerdir. Ürünün yüzeyinde ozmotik maddenin bulunması, oksijenin içerideki hareketini engeller ve enzimatik esmerleşmenin azaltılmasına yardımcı olur. Üründe

fazla çözünen madde bulunması istenmeyen bir tat verirken, ozmotik dehidrasyon sürecinde çözünen maddenin emdirilmesi ürünün özelliklerini değiştirir. En yaygın olarak bilinen değişiklikler hücrelerin büzülmesi, plazmoliz, şekil kaybı, turgor basıncında kayıp ve ozmotik stres nedeniyle hücrelerin bozulmasıdır (Deepika & Sutar, 2017).

Ozmotik çözelti olarak şeker, bal, meyve suyu, limon suyu, askorbik asit çözeltisi ve sitrik asit çözeltisi meyvelerin ozmotik dehidrasyon işlemlerinde yaygın olarak kullanılmıştır (Abano & Sam-Amoah, 2011; Pandya & Yadav, 2014; Gürel & ark., 2016). Ozmotik dehidrasyonla kurutulan ürünlerin renk, doku ve aroma gibi duyuşal özellikleri ve rehidrasyon kapasitesi yüksektir (Nowakunda & ark., 2004; Silva Júnior & ark., 2022). Ozmotik dehidrasyon işlemleri ile mümkün olduğu kadar tazeye yakın özelliklerde ve dayanıklı kuru meyve elde edildiği için gıda kurutma işlemlerinde önemi artmaktadır (Yıldız & Gencer, 2022).

Ozmotik dehidrasyon ile kurutma işlemleri, gıdanın yüksek ozmotik ve düşük su aktivitesi değerine sahip ozmotik çözeltilerde, ürün ve çözelti arasındaki derişim farkı sebebiyle oluşun sürüklenme kuvvetinin suyu uzaklaştırmasıyla gerçekleşir (Deepika & Sutar, 2017). Ancak ozmotik kurutma ile uygulanan gıda ürünlerinde su aktivitesi yüksek olması sebebiyle kurutma yönteminden daha çok ön kurutma işlemleri olarak kabul edilir. Ozmotik kurutmada diğer kurutma işlemlerindeki gibi faz değişimi olmamaktadır. Bu sebeple, ozmotik kurutma sonucunda gıda ürünlerinde daha az doku ve besin kaybı gerçekleşir. Ayrıca işlemler daha düşük sıcaklıklarda gerçekleştiği için renk değişimine sebep olan esmerleşme reaksiyonları daha az olduğu için renk kaybı da daha düşüktür.

Bununla birlikte, meyve ve sebzelerde ozmotik kurutma süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması kalite kayıplarının azaltılmasında önemli rol oynayacaktır. Diğer ısıl ön kurutma işlemlerine göre daha düşük enerji tüketilir (Icier & ark., 2013).

KAYNAKLAR

Abano, E. E., & Sam-Amoah, L. K. (2011). Effects of different pre-treatments on drying characteristics of banana slices, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 6(3), 121-129.

Albak, F. & Belibağlı, K. B. (2010). Ozmotik dehidrasyon. *Akademik Gıda*, 8(2):6-10.

Anonim (2023). *Kurutulmuş ürünün yapısında meydana gelen değişimler*. (15.11.2023 tarihinde <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=155441> adresinden ulaşılmıştır).

Askari, G. R., Emam-Djomeh, Z. & Mousavi, S. M. (2008). Investigation of the effects of microwave treatment on the optical properties of apple rings during drying, *Drying Technology*, 26: 1362–1368

Ayan, H. (2010). Güneşte ve yapay kurutucuda kurutulmuş domates (*lycopersitcum esculentum*) üretimi ve proses sırasındaki değişimlerin belirlenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.

Bingöl, G. & Devres, O. (2010). Gıda İşlemede Kurutma Teknolojilerinin Temel İlkeleri. İstanbul Sanayi Odası - İstanbul Teknik Üniversitesi Doktora / Yüksek Lisans Tezlerine Sanayi Desteği Projesi

Bozkır, H. (2020). Mikrodalga ve termosonikasyon haşlama yöntemleri ile patatesin haşlanması ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 45(5), 917-928.

Cumhur, Ö. (2019). Ön işlemler uygulamalarının meyve ve sebze ürünlerinin kalite parametreleri üzerine etkileri, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.

Eren, İ. & Ertekin, F. K. (2007). Optimization of osmotic dehydration of potato using response surface methodology, *Journal of Food Engineering*, 79, 344-352

Ertekin, C. & Yaldız, O. (1998). Gelişen Ülkelerde Tarımsal Ürünlerin Kurutulmasında Güneş Enerjisi Kullanımının Rolü, *Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi*, 17- 18 Eylül, Tekirdağ (pp. 694- 701).

Fikre, T. (2010). Nutritional, sensory and rehydration characteristics of solar-dried carrots as affected by blanching and osmosis, M.Sc. Thesis, Haramaya University

Gençdağ E., (2017), Farklı haşlama yöntemleri ile haşlanan brokolilerde askorbik asit, renk ve tekstür özelliklerindeki değişimin incelenmesi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.

Günaydın, S., Çetin, N., & Sağlam, C. (2023). Kurutmada termal ve termal olmayan ön işlemler uygulamaları. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2), 499-518.

Gürel, A. E., Ceylan, İ., & Aktaş, M. (2016). Meyve ve sebzelerin kurutma parametrelerinin incelenmesi. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 4(4), 267-273.

Icier vd., 2013, Ayva dilimlerinin ozmotik kurutulmasında elektriksel ve ultrasonik ön işlemlerin etkileri, *Akademik Gıda* 11(2) (2013) 60-69

Kamiloğlu, A., Kantar-Kutlu, N. & Elbir, T., (2021). Etlerde ozmotik dehidrasyon uygulamaları. *European Journal of Science and Technology*, 21:534-542

Keçebaş, 2007, Farklı haşlama uygulamalar ile saklamanın kurutulmuş brokkolinin renk ve antioksidan aktivitesi üzerine etkileri, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.

Lee, J.S. & Lim, L.S. (2011). Osmo-dehydration pretreatment for drying of pumpkin slice. *International Food Research Journal*, 18(4):1223-1230

MEB (2013). Gıda Teknolojisi, *Sebze ve meyvelerde ön işlemler*, Ankara

Moreno, J., Chiralt, A., Escriche, I., & Serra, J. A. (2000). Effect of blanching/osmotic dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries. *Food Research International*, 33(7), 609-616.

Nowakunda, K., Andres, A. & Fito, P. (2004). Osmotic dehydration of banana slices as a pretreatment for drying processes. *In the International Drying Symposium*, 14:2077- 2083

Özler, S., Tarhan, S., & Ergüneş, G. (2004). Sebze kurutmada önışlemin önemi ve uygulama teknikleri *I. Cine Tarım*, 61, 40-42.

Pandya, R. & Yadav, C. (2014). Study on effect of pretreatments and microwave drying on banana chips. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(7):4-10

Romano, G., Argyropoulos, D., Gottschalk, K., Cerruto, E., & Muller, J. (2010). Influence of colour changes and moisture content during banana drying on laser backscattering. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 3(2), 46-51.

Silva Á.G., Cruz R. R. P., Moreira W.G., Pereira M.A.F., Silva A. S., Costa F. B., Nascimento A. M., Souza P. A., Timoteo A.L.S. & Ribeiro W. S. (2022). Solar drying of Prata'bananas. *Food Science and Technology*, 42, e75021

Şat, İ. G. & Öz, Ö. (2015). Haşlama ve kurutmanın bazı sebzelerin bileşimi üzerine etkisi, *ADYU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3:54-62

Şen, F. (2013). Meyve ve sebzelerin kurutulmasında ön işlemler, *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, 17/20 Nisan 2013, İzmir

Taiwo, K. A., & Adeyemi, O. (2009). Influence of blanching on the drying and rehydration of banana slices. *African Journal of Food Science*, 3(10), 307-315.

Türkmen, F. U., Takcı, H. A. M., Özmermer, S., Bozkurt, Y., Güneri, A., & Elagöz, Z. (2018). Mikrodalgı ve pastörizasyon uygulamalarının siyah havucun kalite parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(2), 196-206.

Yıldız, Z. (2022). Muz halkalarının güneş enerjili kurutucuda kurutulması üzerine haşlama ön işleminin etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 27-35.

Yıldız, Z., & Gencer, F. S. (2022). Kivi halkalarının ozmotik dehidrasyon ve güneş enerjili kurutucu ile kurutulması. *Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty*, 19(1).

Yokuş, B. (2014). Farklı ön işlemlerin ve uygulanan farklı kurutma yöntemlerinin elmada toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik.

Zzaman, W., Biswas, R., & Hossain, M. A. (2021). Application of immersion pre-treatments and drying temperatures to improve the comprehensive quality of pineapple (*Ananas comosus*) slices. *Heliyon*, 7(1).

