ÇAY İŞLETMELERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

TÜRK ÇAYLARININ SU AKTİVİTESİ DEĞERLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

RİZE - 2010

Nesrin TEKİNER

Gıda Mühendisi

Kubilay TÜRKYILMAZ

Deneme ve İstatistik Kısım Müdürü

İÇİNDEKİLER

Konu Başlığı **Sayfa**

I. İÇİNDEKİLER **1**
II. ÖZET **2**
III. ABSTRACT **2**
1. AMAÇ VE KAPSAM **2**
2. MATERYAL VE YÖNTEM **7**
2.1 Materyal 7
2.1.1 Yarı Mamul Kuru Çay Ambarları İçin Yapılan Çalışma 7
2.1.1.1 Siyah Çay Nevileri 7
2.1.1.2 Yeşil Çay Nevileri 7
2.1.2 Ticari Çaylar İçin Yapılan Çalışma 7
2.1.2.1 Rize Turist (100 gr) 7
2.1.2.2 Demlik Poşet (200gr) 7
2.1.2.3 Kokulu Tomurcuk (125gr) 8
2.1.2.4 Tiryaki (500gr) 8
2.1.2.5 Gap Çayı(400gr) 8
2.1.2.6 Altın Süzme(62,5gr) 8
2.1.2.7 Çaykur Süzme(IMA- 50gr) 8
2.1.2.8 Hediyelik Çay (400gr) 8
2.1.2.9 Yeşil Çay(40gr) 9
2.1.2.10 Yaprak Yeşil Çay (200gr) 9
2.1.2.11 Burcum Yeşil Çay (100gr) 9
2.1.2.12 Yeşil Süzme Çayı (IMA- 40gr) 9
2.1.3 İmalat Kalıntıları İçin Yapılan Çalışma 9
2.2 Yöntem 17
2.2.1 Numunelerin Temini ve Analiz İçin Hazırlanması 17
2.2.1.1 Yarı Mamul Kuru Çay Ambarları İçin Yapılan Çalışma 17
2.2.1.2 Ticari Çaylar İçin Yapılan Çalışma 18
2.2.1.3 İmalat Kalıntıları İçin Yapılan Çalışma 18
2.2.2 Numunelerin Su Aktivitelerinin Tayini 18
2.2.2.1 Su Aktivitesi Tayini Yöntemi 18
2.2.2.2 Su Aktivitesi Tayin Cihazı 18
2.2.2.3 Su Aktivitesi Tayin Cihazının Performans Kontrolü 18
2.2.2.4 Numunelerin Analizi 19
2.2.2.5 İstatistiksel Değerlendirme 19
3 SONUÇ VE BULGULAR **19**
3.1 Yarı Mamul Kuru Çay Ambarlarında Depolanan Çaylara Ait Su Aktivitesi Değerleri 19
3.2 Kraft Torba İçerisinde Depolanan Çayları Su aktivitesi Değerlerinin Zamana ve Rakıma Göre Değişimi 22
3.3 Farklı Ambalaj Materyali İçerisinde Piyasada Satılan Ticari Çayların Su Aktivitesi Değerlerinin Zamana Göre Değişimi 26
3.4 Üretim Bandının Farklı Noktalarından Alınan İmalat Kalıntılarının Su Aktivitesi Değerleri 32
4 KAYNAKÇA **34**

TÜRK ÇAYLARININ SU AKTİVİTESİ DEĞERLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Mikrobiyolojik gelişme ve enzim aktivitesi açısından gıdalardaki su oranını en iyi açıklayan kriter su aktivitesidir(a_w). Su aktivitesi; ürünün raf ömrünü, kokusunu, rengini, lezzetini ve yapısını etkiler. Bu çalışmada üç farklı rakımdaki yarı mamul kuru çay ambarında kraft torba içerisinde depolanan 12 farklı çay çeşidinin su aktivitesi değerlerinin zamana göre değişimi, 12 farklı ambalaj materyali içerisinde piyasada satılan ticari çayların su aktivitesi değerlerinin zamana göre değişimi ve bir yaş çay işleme tesisindeki üretim bandının 31 farklı noktasından alınan imalat kalıntılarının su aktivitesi değerleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları göstermiştir ki yarı mamul kuru çay ambarlarında kraft torba içerisinde depolanan çayların başlangıçtaki su aktivitesi değerleri ile 3. Aydaki su aktivitesi değerleri arasında önemli derecede fark bulunmaktadır. Aynı şekilde farklı ambalaj materyali içerisinde piyasada satılan ticari çayların başlangıçtaki su aktivitesi değerleri ile 3. Aydaki su aktivitesi değerleri arasında fark önemli çıkmıştır. Üretim bandındaki imalat atıklarından alınan numunelerden bır kısmının su aktivitesi değerleri de mikroorganizma gelişmesine imkan verecek seviyede yüksek çıkmıştır.

INVESTIGATION AND EVALUATION OF WATER ACTIVITY IN TURKISH TEAS

ABSTRACT

The water activity is the best describes criteria that in terms of water content in foods for microbiological growth and enzyme activity. Water activity effects the product's shelf life, smell, color, flavor and structure. In this study, it was investigated difference according to the time of the values of water activity stored in 12 different paper bags and commercial tea sold in the market, in a green tea processing varieties of tea in three different altitudes in the semi-dry tea warehouse. Besides, it was studied water activity in line manufacturing taken from 31 different locations.Research results have shown that there are a significant importance differences between first and third month for the water activity stored in paper bags of tea in semi-dry tea warehouse. In the same way in different packaging materials sold in the market for trading tea with water activity were different the water activity between the first and the third month. Water activity values of some of the samples taken from the manufacturing production lines were higher levels for bacteria development.

1. AMAÇ VE KAPSAM

Bütün gıdalar su ihtiva eder. Gıdalardaki biyolojik ve kimyasal değişikliklerden kaynaklanan bozulmalar yapılarında var olan bu su nedeniyle ortaya çıkar. Gıdalardaki su, serbest su ve bağlı su olarak iki farklı formda bulunur.

Bağlı su, gıda içerisinde diğer moleküllere bağlı olarak bulunur. Hareketi kısıtlıdır ve dondurulamaz. Kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlarda ve mikroorganizma faaliyetlerinde kullanılamaz.

Serbest su, gıda içerisinde yığın olarak bulunur. Hayvan ve bitki dokularında tutulan fazla miktardaki su da serbest su formunda sayılır. Esas olarak saf suyun buharlaşma entalpisine sahiptir. Serbest su, çözücü özelliği gösterir ve soğutulduğunda donabilir. Mikroorganizma faaliyetlerinde ve biyokimyasal reaksiyonlarda bu su etkilidir.

Gıdaların dayanıklılığı ile içerdikleri su miktarı arasındaki ilişki yüzyıllar öncesinden fark edilip gıdaların korunması amacıyla, su miktarının düşürülmesini esas alan kurutma, konsantre etme, tuz ve şeker ilave etme gibi pek çok gıda muhafaza yöntemi geliştirilmiştir. Gıdaların korunması amacıyla göz önünde tutulması gereken su ile ilişkili kriterler ; su içeriği, çözünen konsantrasyonu, osmotik basınç, denge bağıl nemi ve su aktivitesidir.

Su içeriği, gıdalardaki toplam su miktarı olarak bilinir. Nem tayin yöntemi ile tespit edilir. Sadece nem içeriğinin bilinmesi gıdaların stabilitesinin tahmin edilmesi için yeterli değildir. Bazı gıdalar oldukça düşük nem içeriklerinde stabil değilken (örneğin yer fıstığı yağı nem miktarı % 0,6'yı geçtiğinde bozulmaktadır), bazı gıdalar nispeten yüksek nem içeriğinde stabildirler (örneğin patates nişastası %20 nem içeriğinde stabildir) (VAN DEN BERG, 1986). Aynı şekilde Bir gıdada bulunan su miktarı sadece oran olarak dikkate alındığında mikrobiyolojik bozulma açısından fazla bir değer ifade etmez. Örneğin, % 10 su içeren kurutulmuş bir sebze ile % 25 su içeren kurutulmuş bir meyve arasında mikrobiyolojik yolla bozulma eğilimi açısından sadece su oranı dikkate alınarak bir değerlendirme yapılırsa fazla miktarda su içeren meyvelerin daha çabuk bozulma eğiliminde olması gerektiği düşünülür. Oysa fazla su içermesine rağmen meyvelerdeki mikrobiyolojik bozulmanın sebzelerden daha az olduğu bir gerçektir. Buda gösteriyor ki gıdalardaki su miktarından başka bu suyun mikroorganizmalar tarafından yararlanılabilirlik ölçüsünün de dikkate alınması gerekmektedir (B. Cemeroğlu ve ark., 2003).

Su Aktivitesi (a_w), üründeki suyun buhar basıncının, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına oranı olarak tanımlanmıştır(Stoloff, 1978; Rocklan ve Nishi, 1970). Gıdada bulunan serbest su miktarının bir ölçüsüdür ve suyun gıda ürünlerinde yapısal ve kimyasal olarak ne kadar sıkı bağlandığını gösterir. Özellikle mikrobiyolojik faaliyetler için gıdalardaki suyun kullanılabilme durumunu ve derecesini belirler(İ.Saldamlı ve ark., 1998). Matematiksel hesaplamada genel olarak,

—

Eşitliği kullanılır. Burada;

a_w = Su aktivitesi

P = Üründeki suyun buhar basıncı

P_0 = Aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncı

Su aktivitesi değeri 0-1 arasındadır. Gıdaların yapısındaki serbest su miktarı azaldıkça bu değer 0'a yaklaşır. Su miktarı artınca da 1 'e yanaşır. Gıdalar, su aktivitesi değeri açısından 3 gruba ayrılırlar.

Yüksek Nemli Gıdalar

Su aktivitesi değeri 0,900-0,999 arasında olan gıdalar bu sınıfa girer. Örnek; taze et, taze meyveler, taze sebzeler, bazı peynir çeşitleri, portakal suyu konsantresi, vb.

Orta Nemli Gıdalar

Su aktivitesi değeri 0,600-0,900 arasında olan gıdalardır. Örnek; reçeller, kurutulmuş meyve ve sebzeler, hazır kekler, bazı peynirler, tuzlanmış balık, vb.

Düşük Nemli Gıdalar

Su aktivitesi değeri 0,600'dan daha düşük olan gıdalardır. Örnek; tahıllar, kuruyemişler, kurutulmuş gıdalar(sebze ve meyveler, kraker, yumurta, bitkisel çaylar, çay, vb.) Su içeriği %2-4 olan kuru çayların su aktivitesi değeri 0,115-0,361 arasında bulunmuştur.

Çoğu mikroorganizmalar spesifik bir su aktivitesine sahiptir ve bu su aktivitesinin altında çoğalamazlar(M.Certel ve M.F. Ertugay, 1996). Mikroorganizmaların gelişme gösterebilecekleri minimum su aktivitesi değerleri Tablo 1 ve Tablo 2 de gösterilmiştir.

Tablo 1; *Mikroorganizmaların gelişebilmesi için gerekli minimum su aktivitesi değerleri(B. Cemeroğlu ve ark., 2003).*

Mikroorganizma grubu	**Su aktivitesi (a_w)**
Bozulma yapan bakteriler	0,900
Bozulma yapan mayalar	0,880
Bozulma yapan küfler	0,800
Halofilik(tuzu dayanıklı) bakteriler	0,750
Kseorofilik(şekere dayanıklı) küfler	0,610
Ozmofilik(ozmotik basınca dayanıklı) mayalar	0,610

Tablo 2; *Bazı mikroorganizma türlerinin gelişebilmesi için gerekli minimum su aktivitesi değerleri*

Mikroorganizma adı	**Su aktivitesi (a_w)**
Escherichia coli	0,960
Salmonella spp.	0,950
Termotolerant Campylobacter spp.	0,987
Listeria monocytogenes	0,920
Staphylococcus aureus	0,860
Bacillus cereus	0,912
Clostridium perfringens	0,950
Aspergillus flavus	0,780
Aspergillus parasiticus	0,820
Halobacterium halobium	0,750
Xeromyces bisporus	0,610
Zygosaccharomyces rouxii	0,800
Aerobacter aerogenes	0,918

Genel olarak küfler bakterilere göre daha düşük su aktivitelerinde gelişebilirler. Ancak su aktivitesi değeri 0,60'ın altında olan gıdalar üzerinde hiçbir mikrobiyolojik gelişme olmaz. 0,60-0,85 aralığında Bazı kserofilik küfler, ozmofilik mayalar ve bakteriler gelişme gösterebilirler. Örneğin, Eurotium türleri ve Monascus bisporus 0.61 – 0.62 değerlerinde bile varlıklarını sürdürebilirler.

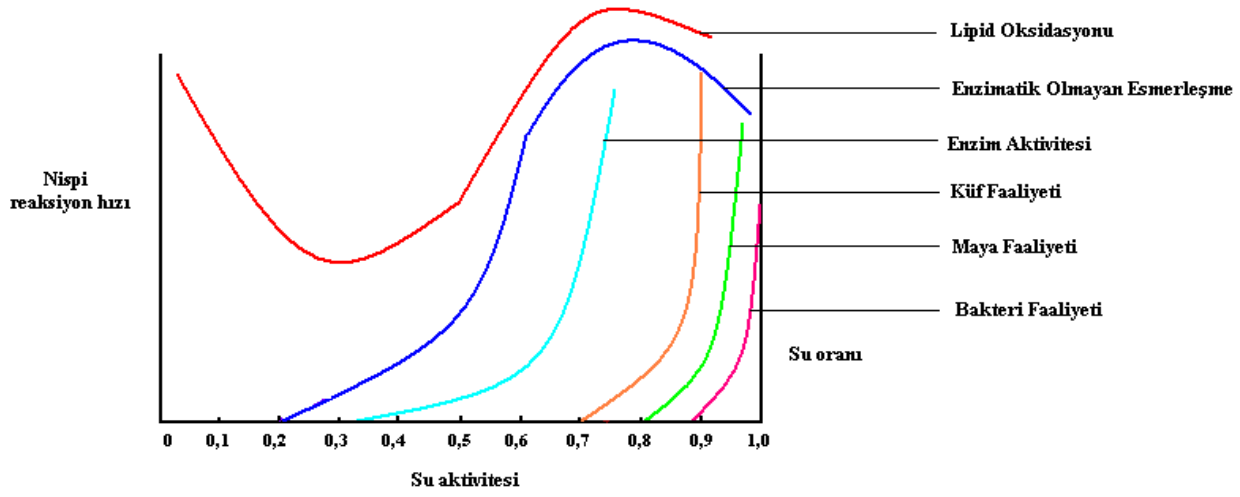
Su aktivitesi değeri, sadece mikroorganizmaların gelişmesi üzerinde etkili değildir. Mikroorganizmaların metabolit üretme yetenekleri üzerinde de su aktivitesi değerinin önemli etkisi vardır. Herhangi bir küfün gıdalarda bozulma ve değişim oluşturabilmesi için gerek duyduğu su aktivitesi değeri ile mikotoksin oluşturabilmesi için gerek duyduğu su aktivitesi değeri birbirinden farklıdır. Küfler, mikotoksin oluşturabilmek için daha yüksek bir su aktivitesi değerine ihtiyaç duyarlar(Tablo 3).

***Tablo 3**; Bazı toksijenik küflerin faaliyetleri ve toksin üretebilmeleri için gerekli minimum su aktivitesi değerleri(B. Cemeroğlu ve ark., 2003).*

		Su aktivitesi (a_w)	
Küfler	**Mikotoksin**	**Faaliyet için**	**Toksin üretimi için**
Aspergillus flavus	Aflatoksin	0,78	0,83-0,87
Aspergillus parasiticus	Aflatoksin	0,82	0,87
Aspergillus ochraceus	Okratoksin	0,77	0,85
Penicillium cyclopium	Penisilik asit	0,82-0,85	0,87-0,90
Penicillium patulum	Patulin	0,81	0,95
Penicillium expansum	Patulin	0,81	0,99
Stachybotrys atra	Stachybotryn	0,94	0,94
Fusairum moniliforme	Fumonisin	0,87	0,93

Gıdaların kalitesi ve raf ömrünü etkileyen enzimatik esmerleşme reaksiyonları, enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları, yağ asidi oksidasyonları ve bazı kimyasal reaksiyonlar üzerinde de sahip oldukları su aktivitesi değerinin önemli etkisi vardır(B. Cemeroğlu ve ark., 2003; M. Certel ve M.F. Ertugay, 1996). Gerek gıdanın işlenmesi gerekse depolanması sırasında su aktivitesi değerinin kontrolü bu nedenle önem taşır. Su aktivitesinin yukarıda sayılan bu reaksiyonların hızları ile küf, maya ve bakteri gelişimi üzerindeki etkisi şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1; *Gıdalarda bozulmaya neden olan reaksiyonların ve mikroorganizma faaliyetlerinin hızları üzerinde su aktivitesinin etkisi(Labuza ve ark., 1969)*



Su aktivitesi 0,2-0,3 olduğunda tüm bozulma reaksiyonlarının hızı minimumdadır. Su aktivitesi çok yüksek olduğunda reaksiyonların hızı düşer.

Su aktivitesinin deneysel yolla saptanmasında uygulanan yöntemler gravimetrik yöntemler ve higrometrik yöntemler olarak iki gruba ayrılır. Gravimetrik yöntemlerde sabit bağıl nemli bir atmosfer oluşturmak için kaynaklara ihtiyaç duyulurken higrometrik yöntemlerde ise higrometrenin kalibrasyonu için standart su buharı basıncı sağlayan kaynaklara ihtiyaç duyulmaktadır(B. Cemeroğlu ve ark., 2003). Günümüzde gıdaların su aktivitesi değerlerini çok kısa zaman içerisinde ve yüksek hassasiyetle (0,0002 gibi) ölçen cihazlar geliştirilmiştir.

Üretim sonucunda elde edilen siyah ve yeşil çay % 2-4 nem içerir. Bu çaylardaki su aktivitesi değeri de yukarıda belirtildiği şekilde 0,115-0,361 arasındadır. Bu nedenle çay higroskobik özelliktedir. Ortamın bağıl nemine bağlı olarak kolayca nem kazanır. Eğer sızdırmaz bir şekilde ambalajlanmamışsa çayların su aktivitesi değerleri de almış oldukları nem miktarına bağlı olarak artarak 1'e yaklaşır. Bunun sonucunda çeşitli mikrobiyolojik gelişmeler için uygun bir ortam oluşurken aynı zamanda bazı bozulma reaksiyonlarının hızları da artar. Bu nedenle yarı mamul çayların muhafazası için kullanılan depo şartlarının ve kullanılan ambalaj materyallerinin iyi bir şekilde tespit edilmesi büyük önem taşır. Aynı şekilde ticari olarak piyasada satılan çaylar için kullanılan ambalaj materyallerinin seçimine de dikkat edilmesi gerekmektedir. Su aktivitesi ile ilgili olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, kuru çayın değişik şartlar altında incelenerek su aktivitesi değerlerinin ortaya konması, bu değerlere bağlı olarak ürün üzerinde hangi aşamalarda hangi mikroorganizmaların gelişebileceğinin tespit edilmesi, değişik ambalajlama ve depolama koşullarında elde edilen verilere göre gerekli önlemlerin alınması amaçlanmıştır. Üretim bandının çeşitli noktalarından alınan imalat kalıntıları üzerinde yapılan değerlendirmeler ile de mikrobiyolojik gelişmeler için uygun noktalarda tespit edilerek imalat sırasında mikrobiyolojik bulaşmaların önlenmesi için gerekli önlemlerin alınması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Yarı Mamul Kuru Çay Ambarları İçin Yapılan Çalışma

Yarı mamul kuru çay ambarları için yapılan çalışmada, Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Taşlıdere Çay Fabrikası'nda üretilen 7 farklı nevideki siyah çay ile aynı fabrikanın Yeşil Çay Üretim Tesislerinde üretilen 5 farklı yeşil çay çeşidi kullanılmıştır. Kullanılan çaylar 3 kat kraft kağıt(80gr/m^2) ve 1 kat yüksek yoğunluklu polietilen(35µ) malzemeden oluşan kraft torba içerisinde muhafaza edilmiştir. Kraft torbaların ağzı dikişle kapatılmıştır.

2.1.1.1 Siyah Çay Nevileri

- 1. Nevi
- 2. Nevi
- 3. Nevi
- 4. Nevi
- 5. Nevi
- 6. Nevi
- 7. Nevi

2.1.1.2 Yeşil Çay Nevileri

- Antik Yeşil 1
- Antik Yeşil 2
- Kardelen 1
- Kardelen 2
- Turkuaz

2.1.2 Ticari Çaylar İçin Yapılan Çalışma

Ticari çayların su aktivitesi değerlerinin incelenmesi için yürütülen çalışmada Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen ve ambalaj materyalleri farklı 12 çeşit paketli çay kullanılmıştır.

2.1.2.1 Rize Turist (100 gr)

Ambalaj Materyali:

- Beyaz Sülfit Kağıt (**Gramajı:** 45 gr/ m^2, **Kalınlık** : 0,073 mm, **Densite:** 0,62 gr / cm^3, **Rutubet:** % 4.0)
- Kuşe Krome Karton(**Gramaj**:300-310gr/m^2)

2.1.2.2 Demlik Poşet (200gr)

Ambalaj Materyali:

- Ön Yüzü Kuşe,Arkası Beyaz (Tripleks) Karton (320-gr/m^2)
- Selefon Kağıdı(Orinented Poli Propilen), **Kalınlık**:25 µ
- Filtre Kağıdı(**Gramaj:** 16,5-17 gr/m^2, **Bileşim:** %70 selüloz, % 30 vizkos

2.1.2.3 Kokulu Tomurcuk (125gr)

Ambalaj Materyali:

- **Kalınlık**: 0,22 mm. (90 - 107 LB / BB)
- **Kalay kaplama** : 0,25 mm. (LB / BB)
- **Sertlik**: Sertlik: 3 Temper
- **Kalite** : AL - TN Ereğli,
- **Dış yüzeyler:** EPOKXY esaslı goldak

2.1.2.4 Tiryaki (500gr)

Ambalaj Materyali:

- **Dış yüzey:** 1.Hamur Kuşe Kağıdı (12µ kalınlığında 1.Kalite, iki tarafı koronalı, Orinented Poli Propilen ile lamine edilmiş) **Gramajı:** 70 gr/ m^2
- **İç yüzey:** Beyaz Sülfit Kağıt (**Gramajı:** 60 gr/ m^2)

2.1.2.5 Gap Çayı(400gr)

Ambalaj Materyali:

- Karton (Gramaj:400gr/m^2)
- Beyaz Sülfit Kağıt **(Gramajı:** 45 gr/ m^2, dış yüzey 12µ kalınlığında Orinented Poli Propilen

2.1.2.6 Altın Süzme(62,5gr)

Ambalaj Materyali:

- Filtre Kağıdı(**Gramaj:** 12,3 gr/m^2, **Bileşim:** %70 selüloz, % 30 vizkos)
- İç tarafı perle 1.Hamur Kağıt(**Gramajı:** 70 gr/ m^2)
- Kuşe Krome Karton(**Gramaj**:300-310gr/m^2, üzeri dispersiyon laklı)
- Selefon Kağıdı(Orinented Poli Propilen), **Kalınlık**:25 µ

2.1.2.7 Çaykur Süzme(IMA- 50gr)

Ambalaj Materyali:

- Filtre Kağıdı(**Gramaj:** 16 gr/m^2, **Bileşim:** %70 selüloz, % 30 vizkos)
- Beyaz Sülfit Kağıt(**Gramajı:** 70 gr/ m^2, **Kalınlık**: 70-80µ)
- Kuşe Krome Karton(üzeri dispersiyon laklı, **Gramaj**:320gr/m^2,**Kalınlık**: 0,45mm)
- Selefon Kağıdı(Orinented Poli Propilen), **Kalınlık**:25 µ

2.1.2.8 Hediyelik Çay (400gr)

Ambalaj Materyali:

- Alüminyum folyo(**Gramajı:** 9x40 gr/ m^2)
- Kraft kağıt**(2 kat, Gramajı:** 125 gr/ m^2)
- Gri karton(**Gramajı:** 300 gr/ m^2)
- İthal kuşe kağıt**(Gramajı:** 115 gr/ m^2)
- İki tarafı beyazlatılmış karton**(Gramajı:** 400 gr/ m^2)

2.1.2.9 Yeşil Çay(40gr)

Ambalaj Materyali:

- Filtre Kağıdı(**Gramaj:** 12,3 gr/m^2, **Bileşim:** %70 selüloz, % 30 vizkos)
- İç tarafı perle 1.Hamur Kağıt(**Gramajı:** 70 gr/ m^2)
- Kuşe Krome Karton(**Gramaj**:300-310gr/m^2, üzeri dispersiyon laklı)
- Selefon Kağıdı(Orinented Poli Propilen), **Kalınlık**:25 μ

2.1.2.10 Yaprak Yeşil Çay (200gr)

Ambalaj Materyali:

- Gövde (İçten dışa doğru):
  - 7,7x40gr/m^2 + 1,6 gsm pvdc lak lamine alüminyum folyo
  - Kraft-liner karton (210 gr/ m^2, 3 kat)
  - İthal kuşe kağıt (135 gr/ m^2)
  - Trigromi ofset baskı ve baskı üzerinde u.v lak kaplama
- Üst Kapak:
  - Alüminyum kapak
  - Dıştan geçmeli polipropilen kapak
- Alt Kapak:
  - Elektrolitik kalaylı teneke kapak(A1 kalite, her iki tarafı gold gıda laklı)

2.1.2.11 Burcum Yeşil Çay (100gr)

Ambalaj Materyali:

- **Kalınlık**: 0,22 mm. (90 - 107 LB / BB)
- **Kalay kaplama** : 0,25 mm. (LB / BB)
- **Sertlik**: Sertlik: 3 Temper
- **Kalite** : AL - TN Ereğli,
- **Dış yüzeyler:** EPOKXY esaslı goldak

2.1.2.12 Yeşil Süzme Çayı (IMA- 40gr)

Ambalaj Materyali:

- Filtre Kağıdı(**Gramaj:** 16 gr/m^2, **Bileşim:** %70 selüloz, % 30 vizkos)
- Beyaz Sülfit Kağıt(**Gramajı:** 70 gr/ m^2, **Kalınlık**: 70-80μ)
- Kuşe Krome Karton(üzeri dispersiyon laklı, **Gramaj**:320gr/m^2,**Kalınlık**: 0,45mm)
- Selefon Kağıdı(Orinented Poli Propilen), **Kalınlık**:25 μ

2.1.3 İmalat Kalıntıları İçin Yapılan Çalışma

İmalat kalıntıları üzerinde yapılan su aktivitesi çalışmamasında Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı Azaklı Çay Fabrikasını üretim bandı kullanılmıştır. Buradaki üretim bandının 31 farklı noktasından imalat kalıntısı numunesi alınmış ve alınan numuneler rakamla isimlendirilmiştir.

Resim 1*;Soldurma Ünitesi Yükleme Bandı(1)*

Resim 2*;Soldurma Ünitesi 1. Kat Traf(2)*

Resim 3*; Soldurma Ünitesi 1. Kat Bünker(3)*

Resim 4*; Düz Kıvırma Makinesi(4)*

Resim 5*; Düz Kıvırma Ünitesi Ana Bant(5)*

Resim 6*; Düz Kıvırma Ünitesi 2. Bant(6)*

Resim 7*; Düz Kıvırma Ünitesi 2. Bant Çıkışı(7)*

Resim 8*; Presli Kıvırma Ünitesi Ana Bant Başı(8)*

Resim 9*; Presli Kıvırma Ünitesi Ana Bant Sonu(9)*

Resim 10*; Presli Kıvırma Ünitesi Yükleme Bandı(10)*

Resim 11*; Presli Kıvırma Makinesi 1. Numune (11)*

Resim 12*; Presli Kıvırma Makinesi 2. Numune (12)*

Resim 13*;Yaş Çay Eleği(13)*

Resim 14*; Fermantasyon Ünitesi Yükleyici Helezon(14)*

Resim 15*; 1.Fermantasyon Makinesi(15)*

Resim 16*; 2.Fermantasyon Makinesi(16)*

Resim 17*; Fermantasyon Ünitesi Çıkışı(17)*

Resim 18*; Kurutma Fırını (18)*

Resim 19*; Kurutma Fırını Ön Yükleme Bant Rölesi(19)*

Resim 20*; Kurutma Fırını 1. Yükleme Bandı(20)*

Resim 21*; Kurutma Fırını 2. Yükleme Bandı(21)*

Resim 22*; Kurutma Fırını Ön Yükleme Bant Altı(22)*

Resim 23*; Kurutma Fırını Çıkışı An Bant Altı(23)*

Resim 24*; Kuru Çay Eleği Altı 1. Numune(24)*

Resim 25*; Kuru Çay Eleği Altı 2. Numune(25)*

Resim 26*; Kuru Çay Ana Taşıyıcı Bant(26)*

Resim 27*; Midilton(27)*

Resim 28*; Tasnif Ünitesi 1. Numune(28)*

Resim 29*; Tasnif Ünitesi 2. Numune(29)*

Resim 30*; Tasnif Ünitesi 3. Numune(30)*

Resim 31*; Tasnif Ünitesi Atık Toz Çay(31)*

2.2 Yöntem

2.2.1 Numunelerin Temini ve Analiz İçin Hazırlanması

2.2.1.1 Yarı Mamul Kuru Çay Ambarları İçin Yapılan Çalışma

Yarı mamul kuru çay ambarları için yapılan çalışmada kullanılmak üzere alınan numuneler Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı farklı rakımlardaki Ambarlık, Ulucami ve Taşlıdere Çay Fabrikalarının kuru çay ambarlarına kondu. Bu ambarlarda muhafaza edilen nevi çaylardan 3 aylık periyotlarda numune alınarak özel sızdırmaz kaplar içerisinde Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kromatografi Laboratuarı'na nakledildi. Laboratuara nakledilen numuneler hemen analiz edildi.

2.2.1.2 Ticari Çaylar İçin Yapılan Çalışma

Ticari çayların su aktivitesi değerleri üzerinde yapılan çalışmada kullanılmak üzere alınan numuneler Kromatografi Laboratuarında muhafaza edildi. Çalışma boyunca laboratuarın sıcaklık ve rutubet değerleri kaydedildi. Çaylardan 3 aylık periyotlarda numune alınarak analiz edildi.

2.2.1.3 İmalat Kalıntıları İçin Yapılan Çalışma

İmalat kalıntılarının su aktivitesi değerleri üzerinde yapılan çalışmada kullanılmak üzere Azaklı Çay Fabrikası Müdürlüğü'nden alınan numuneler özel sızdırmaz kaplar içerisine konarak Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kromatografi Laboratuarı'na nakledildi. Laboratuara nakledilen numuneler hemen analiz edildi.

2.2.2 Numunelerin Su Aktivitelerinin Tayini

2.2.2.1 Su Aktivitesi Tayini Yöntemi

Çalışmada kullanılan numunelerin su aktivitelerinin tayini için DECAGON firmasından satın alınan ve çiylenme noktasının tespiti tekniğine göre ölçüm yapan AquaLab Su Aktivitesi Tayin Cihazı kullanıldı. Numunelerin analizi için cihazın kullanma kılavuzundan faydalanıldı.

2.2.2.2 Su Aktivitesi Tayin Cihazı

- **Firma** : DECAGON
- **Cihaz** : AquaLab Series 3
- **Ölçüm Aralığı** : 0,100-1,000 a_w
- **Rezolüsyon** : 0,001 a_w

2.2.2.3 Su Aktivitesi Tayin Cihazının Performans Kontrolü

Numunelerin su aktivitelerinin tayinine başlanmadan önce su aktivitesi tayin cihazının performansı DECAGON firmasından satın alınan AguaLab verifikasyon standartları kullanılarak test edildi. Çalışma aralığına uygun olarak 3 farklı seviyede verifikasyon standardı kullanıldı.

Verifikasyon Standardı (25ºC)	Su Aktivitesi
8,57 molal LiCl	0,500 ± 0,003
6,0 molal NaCl	0,760 ± 0,003
0,5 molal KCl	0,984 ± 0,003

Verifikasyon çalışmaları sonucunda cihazın performansının, ölçüm yapmak için yeterli olduğu tespit edildi.

2.2.2.4 Numunelerin Analizi

Çalışmada kullanılan tüm numuneler 2 tekerrür ve 3 paralel şeklinde analiz edildi. Analiz için numuneler karıştırılarak homojen hale getirildi. Su aktivitesi tayin cihazının numune kabı, homojen hale getirilen numune ile dip kısmı görünmeyecek şekilde yüzeyi düzgün olarak dolduruldu. Numune kabının kenarları kirlenmeye neden olmaması için tozlardan iyice temizlendikten sonra cihaza yerleştirildi.

2.2.2.5 İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçların istatistiksel analizlerinin yapılması amacıyla SPSS 15 programı ve Microsoft Office Excel 2007 programları kullanılmıştır.

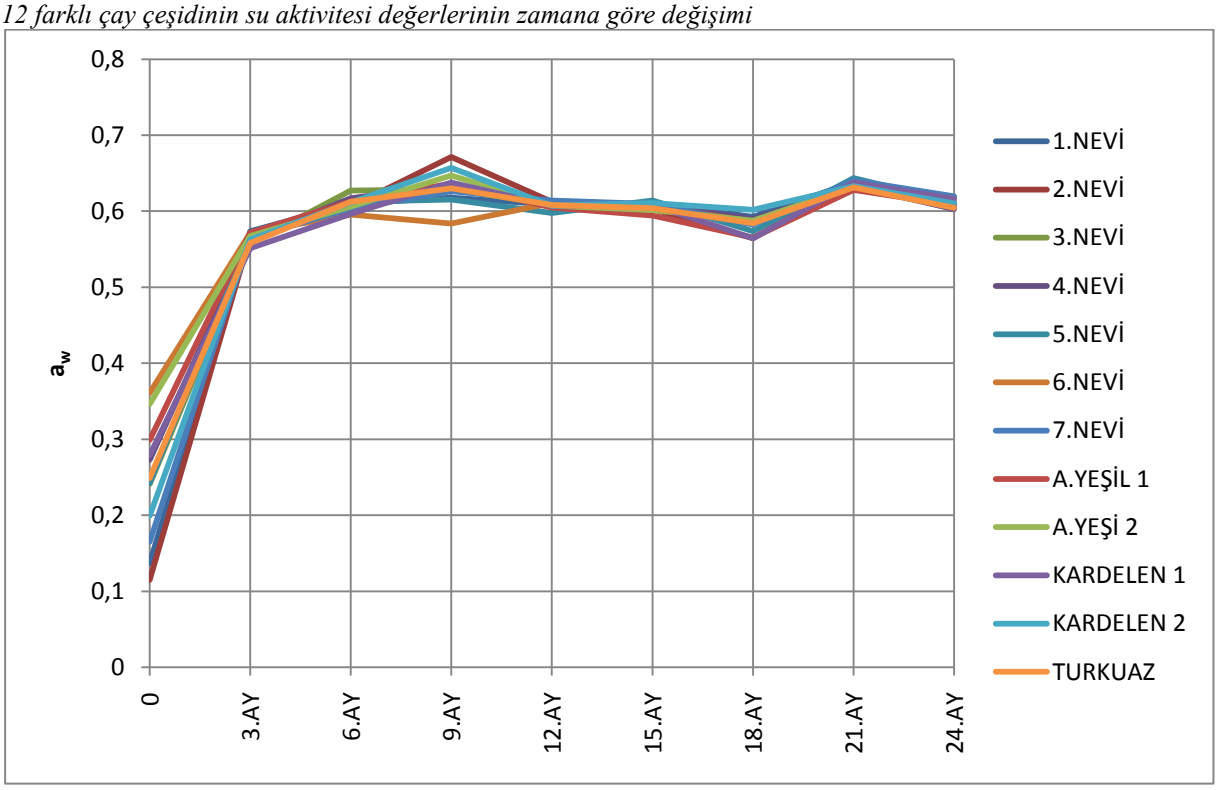
3. SONUÇ VE BULGULAR

3.1 Yarı Mamul Kuru Çay Ambarlarında Depolanan Çaylara Ait Su Aktivitesi Değerleri

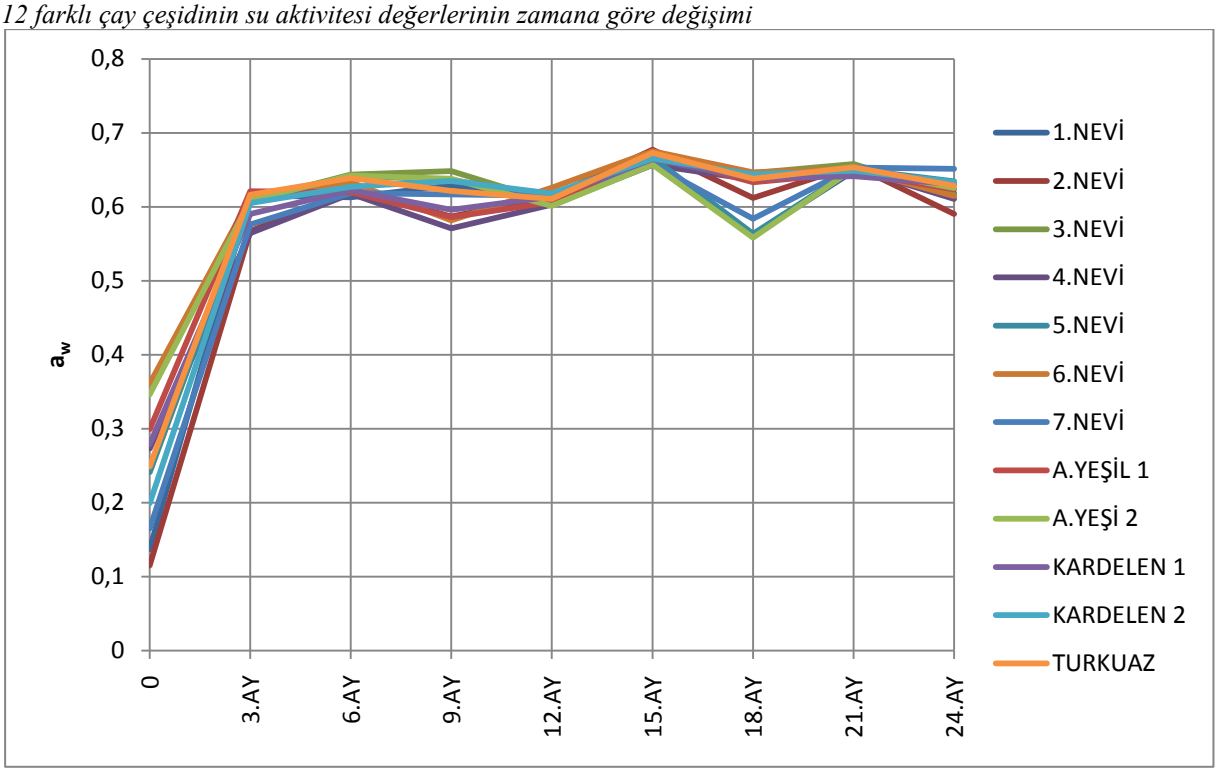
Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı bulunan üç farklı rakımda ki Taşlıdere, Ulucami ve Ambarlık Çay Fabrikalarına ait yarı mamul kuru çay ambarında, kraft torba içerisinde depolanan 12 farklı çay çeşidinin su aktivitesi değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.

***Şekil 2**; Taşlıdere Çay Fabrikasında bulunan yarı mamul kuru çay ambarında kraft torba içerisinde depolanan 12 farklı çay çeşidinin su aktivitesi değerlerinin zamana göre değişimi*

***Şekil 3**; Ulucami Çay Fabrikasında bulunan yarı mamul kuru çay ambarında kraft torba içerisinde depolanan 12 farklı çay çeşidinin su aktivitesi değerlerinin zamana göre değişimi*



***Şekil 4**; Ambarlık Çay Fabrikasında bulunan yarı mamul kuru çay ambarında kraft torba içerisinde depolanan 12 farklı çay çeşidinin su aktivitesi değerlerinin zamana göre değişimi*



Elde edilen sonuçlara göre her üç fabrikaya ait yarı mamul kuru çay ambarında depolanan tüm çayların başlangıçtaki su aktivitesi değerleri ile 3. Ayda tespit edilen su aktivitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu tespit edildi(P: 0,05). Bununla birlikte 24 aylık süre içerisinde, ilk üç aylık periyottan sonraki 3 aylık periyotlarda, yapılan tayin sonuçlarına göre çayların su aktivitesi değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı saptanmıştır.

Su aktivitesi değerleri başlangıçta 0,115-0,361 aralığında iken ilk üç ay sonunda yapılan tespitlerde su aktivitesi değerlerinin 0,551-0,621 aralığına ulaştığı görülmüştür. Bu süre sonunda yapılan analizlere göre Taşlıdere Çay Fabrikasında bulunan yarı mamul kuru çay ambarında kraft torba içerisinde depolanan 2.Nevi siyah çay, 5. Nevi siyah çay ve Kardelen-2 tipi yeşil çay ile Ambarlık Çay Fabrikasında bulunan yarı mamul kuru çay ambarında kraft torba içerisinde depolanan 1.Nevi siyah çay, 6. Nevi siyah çay, Antik Yeşil-1 ve Turkuaz tipi yeşil çay numunelerinin su aktivitesi değerlerinin mikrobiyolojik aktivite için gerekli olan 0,61 seviyesinin üzerinde olduğu saptanmıştır. Bu tespite göre söz konusu çay tipleri üzerinde diğer çevre şartlarının da uygun olması durumunda Kseorofilik küfler (Xeromyces bisporus, vs) ile Ozmofilik mayalar (Zygosaccharomyces rouxii) gibi mikroorganizma türlerinin gelişebileceği anlaşılmaktadır. Bunların dışında Taşlıdere, Ulucamı ve Ambarlık Çay Fabrikalarındaki yarı mamul kuru çay ambarlarında muhafaza edilen çay çeşitlerinin hiç birisinde ilk 3 ay sonucunda yapılan su aktivitesi tayini sonucu mikrobiyolojik gelişme limiti olan 0,61 değerine ulaşmamıştır. Buna göre 3 aylık süre sonunda bu çay çeşitleri üzerinde Halofilik(tuzu dayanıklı) bakteriler, Kseorofilik(şekere dayanıklı) küfler ve Ozmofilik(ozmotik basınca dayanıklı) mayalar da dahil olmak üzere hiçbir bozulma yapan bakteri, bozulma yapan maya ve bozulma yapan küf türünün gelişme gösteremeyeceği anlaşılmıştır.

Çalışmanın 6. Ayının sonunda yapılan analizlere göre çayların su aktivitesi değerlerinin 0,551-0,621 seviyelerinden 0,596-0,672 seviyelerine çıktığı görülmüştür. Sonuçlara göre Taşlıdere Çay Fabrikasında muhafaza edilen tüm çay çeşitleri; Ulucami çay fabrikasında muhafaza edilen 2. , 6. ve 7.Nevi siyah çay çeşitleri ile Antik Yeşil-1 ve Kardelen-1 yeşil çay çeşitleri dışındaki tüm çay çeşitleri ve Ambarlık Çay Fabrikasında muhafaza edilen tüm çeşitlerinin su aktivitesi değerlerinin 0,61'in üzerinde olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, 3 aylık periyot sonunda yapılan değerlendirmelerde olduğu gibi, 6 aylık periyot sonunda da su aktivitesi değeri mikrobiyolojik faaliyet için gerekli olan minimum seviyenin üzerinde olan çay çeşitleri üzerinde, hiçbir bozulma yapan bakteri, küf ve maya türünün gelişemeyeceği anlaşılmıştır. Buna karşılık bu çay çeşitleri üzerinde yine diğer çevre şartlarının uygun olması durumunda bazı halofilik bakterilerin, kserofilik küflerin ve ozmofilik mayaların gelişebileceği anlaşılmıştır.

Çalışmanın 6. Ayından sonra ki üçer aylık periyotlar sonunda yapılan analizlere göre Taşlıdere, Ulucamı ve Ambarlık Çay Fabrikalarındaki yarı mamul kuru çay ambarlarında kraft torba içerisinde muhafaza edilen çay çeşitlerinin su aktivitesi değerleri minimum: 0,591, maksimum:0,698 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan 12 çay çeşidi üzerinde, 24 aylık sürede, üçer aylık periyotlarda yapılan hiçbir analizde numunelerin su aktivitesi değerinin 0,7'ye ulaşmadığı saptanmıştır.

Bu sonuçlara göre; Tablo 1 ve Tablo 2' de ki değerler dikkate alındığında 24 aylık çalışma süresi boyunca Taşlıdere, Ulucamı ve Ambarlık Çay Fabrikalarındaki yarı mamul kuru çay ambarlarında kraft torba içerisinde muhafaza edilen çay örnekleri üzerinde bozulma yapan hiçbir bakteri, küf ve maya türünün gelişemeyeceği anlaşılmıştır. Aynı şekilde çalışma süresi boyunca numunelerin su aktivitesi değerlerinin, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinin Ek-2 tablosunda belirtilen mikroorganizmaların gelişmesine için gerekli olan minimum seviyelere ulaşmadığı saptanmıştır. Bunun sonucu olarak yarı mamul çayların muhafazası için raporun 2.1.1. Maddesinde teknik özellikleri açıklanan kraft torbaların kullanılmasının amaca uygun olduğu analaşılmıştır. Ancak kullanılan torbaların ortamdaki hava ile ilişkisinin en az seviyeye indirilmesi için torba ağızlarının kapatılmasında daha değişik dikme yöntemlerinin denenebileceği düşünülmektedir. Hangi torba ağzı dikme yönteminin daha iyi bir muhafaza sağlayacağı başka bir çalışmasın konusu olabilir.

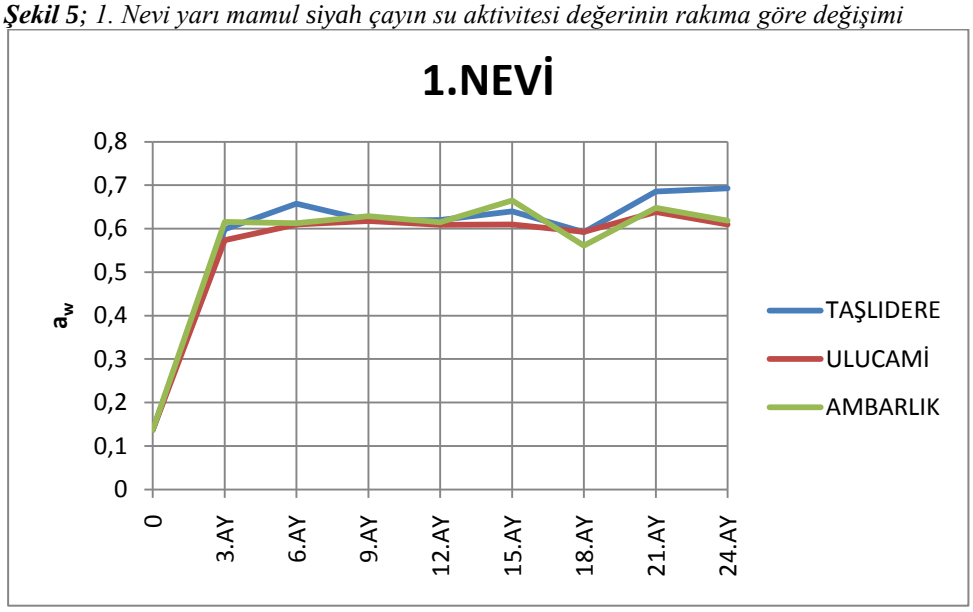
3.2 Kraft Torba İçerisinde Depolanan Çayları Su aktivitesi Değerlerinin Zamana ve Rakıma Göre Değişimi

Yarı mamul çayların su aktivitesi değerlerinin rakıma göre değişimin incelenmesini sağlamak amacıyla Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı 3 farklı rakımdaki yaş çay işleme fabrikasının kuru çay ambarları kullanılmıştır. Bu fabrikalar ve rakımları şu şekildedir:

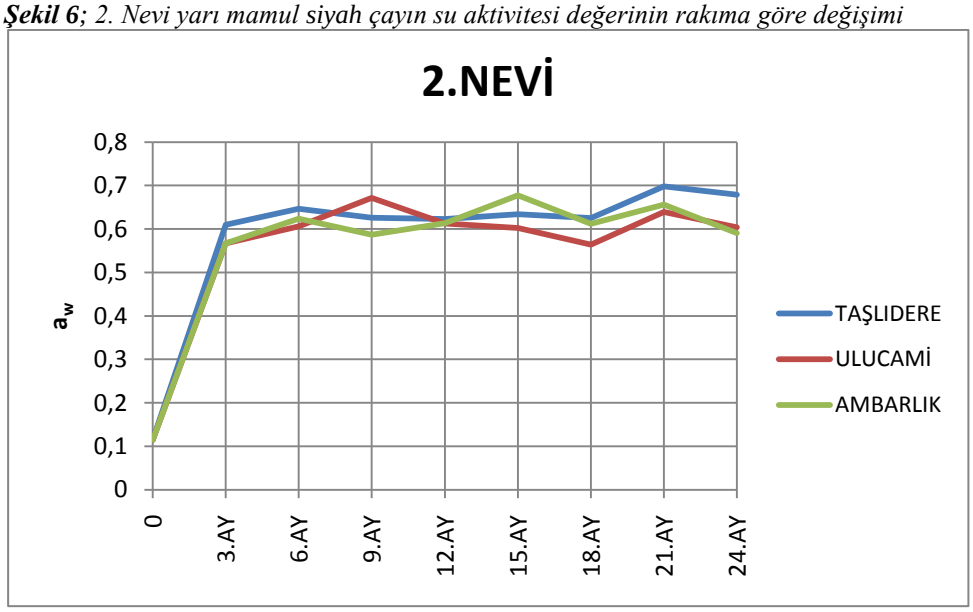
Fabrika Adı	Rakım
Taşlıdere Çay Fabrikası	10
Ulucami Çay Fabrikası	220
Ambarlık Çay Fabrikası	285

Yapılan ölçüm sonuçlarına göre, yarı mamul çayların su aktivitesi değerlerinin rakıma göre değişimlerini gösteren grafikler Şekil 5, Şekil 6 , Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9 , Şekil 10, Şekil 11, Şekil 12 , Şekil 13, Şekil 14, Şekil 15 ve Şekil 16'da gösterilmiştir.

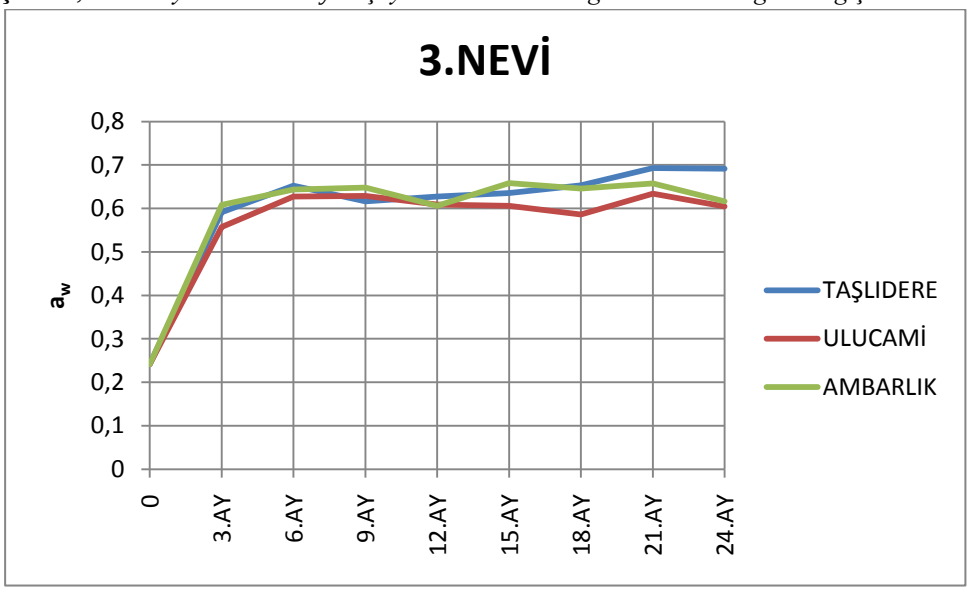
***Şekil 5**; 1. Nevi yarı mamul siyah çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



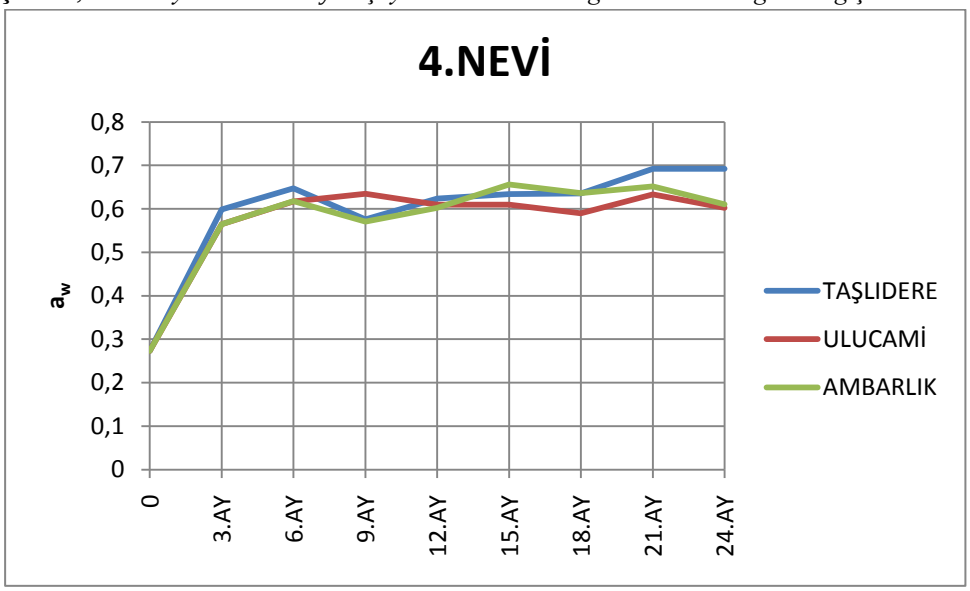
***Şekil 6**; 2. Nevi yarı mamul siyah çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



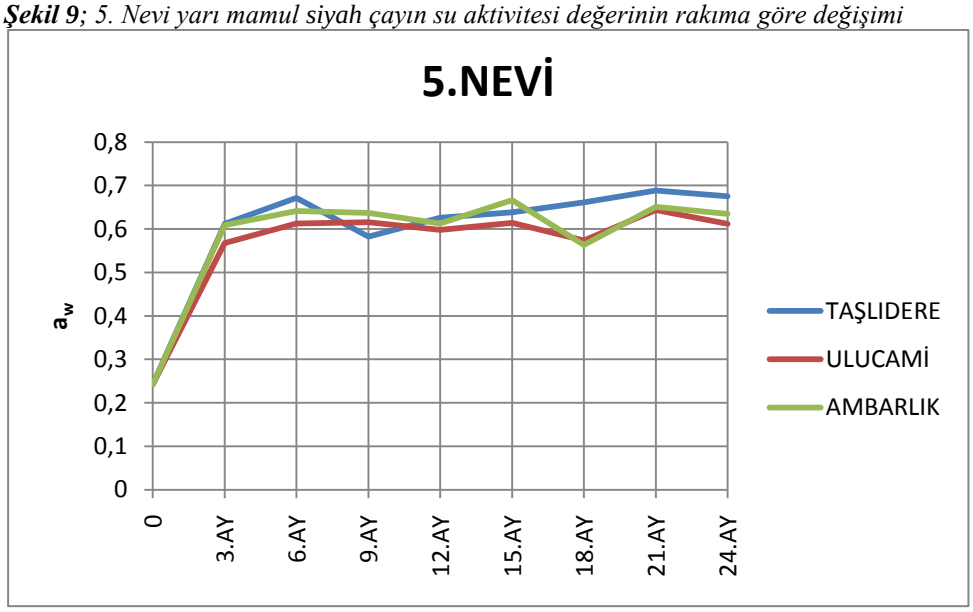
***Şekil 7**; 3. Nevi yarı mamul siyah çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



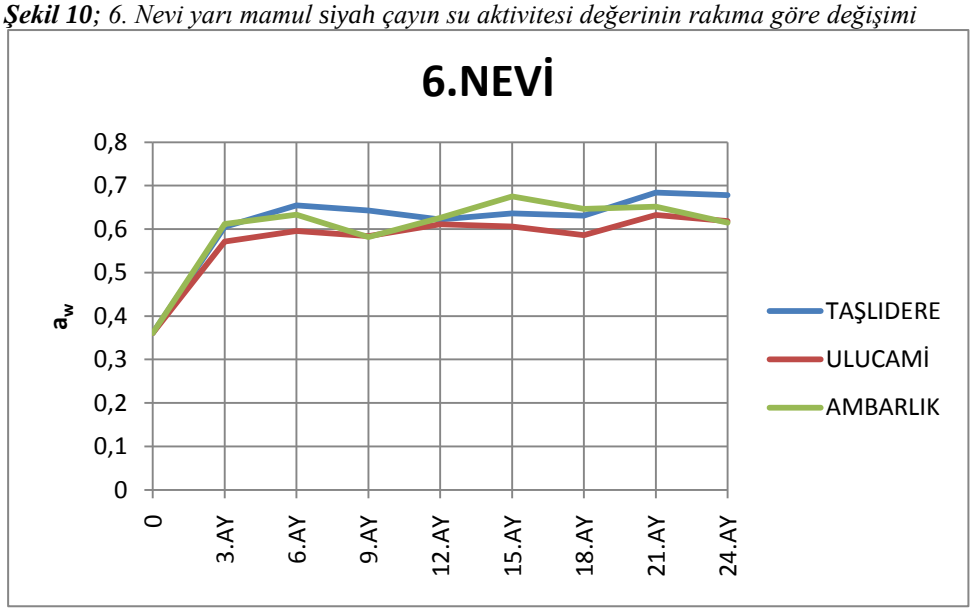
***Şekil 8**; 4. Nevi yarı mamul siyah çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



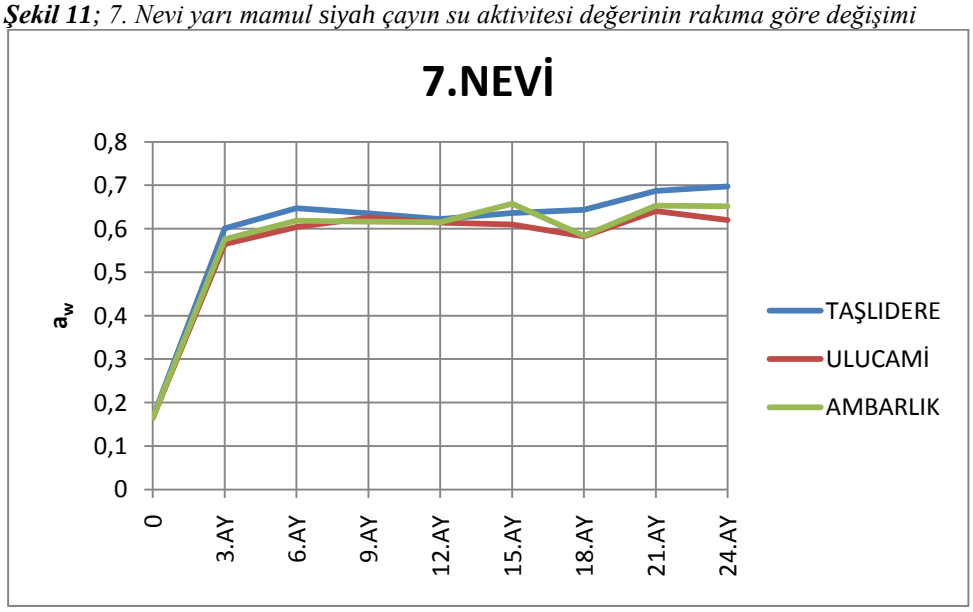
***Şekil 9**; 5. Nevi yarı mamul siyah çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



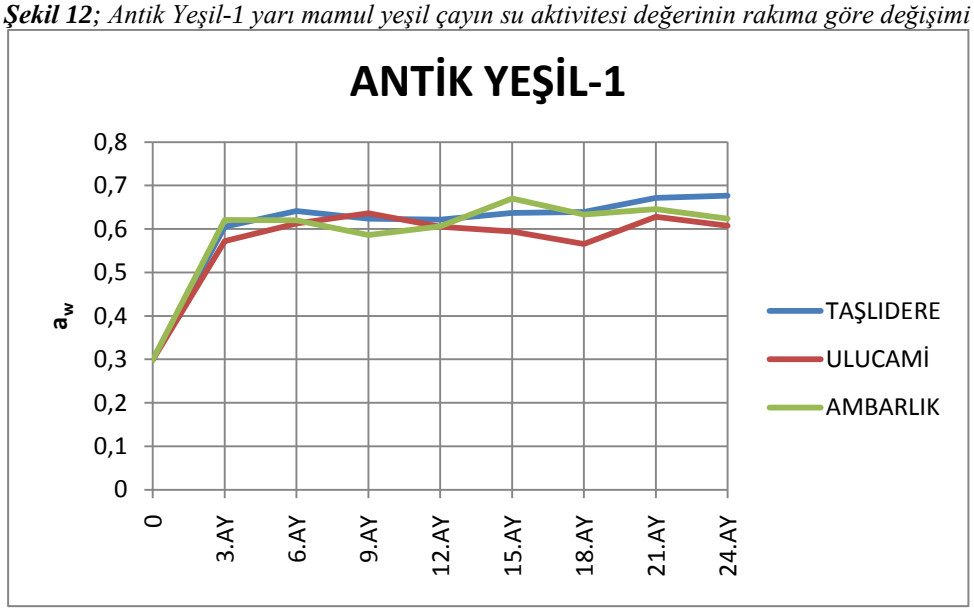
***Şekil 10**; 6. Nevi yarı mamul siyah çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



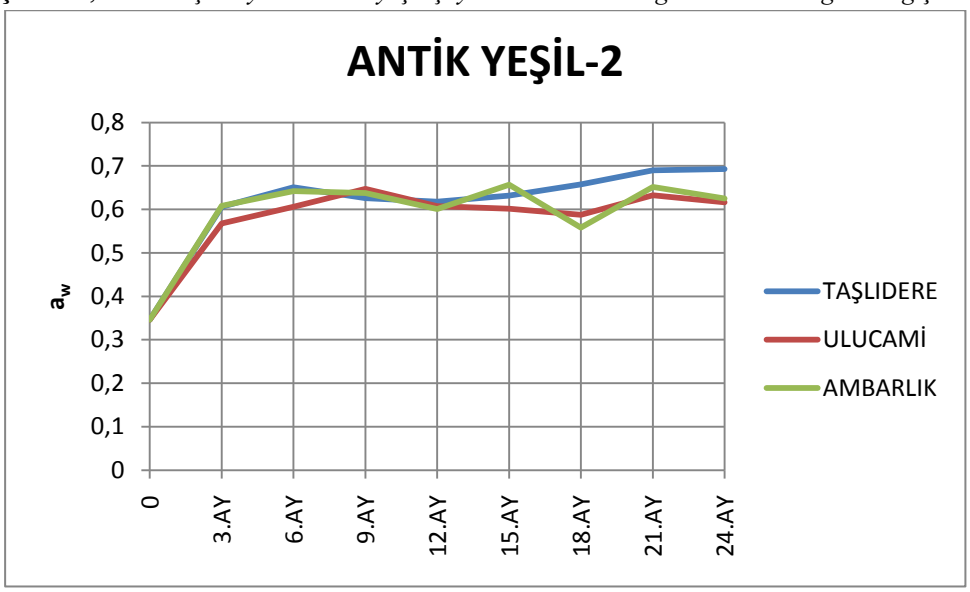
***Şekil 11**; 7. Nevi yarı mamul siyah çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



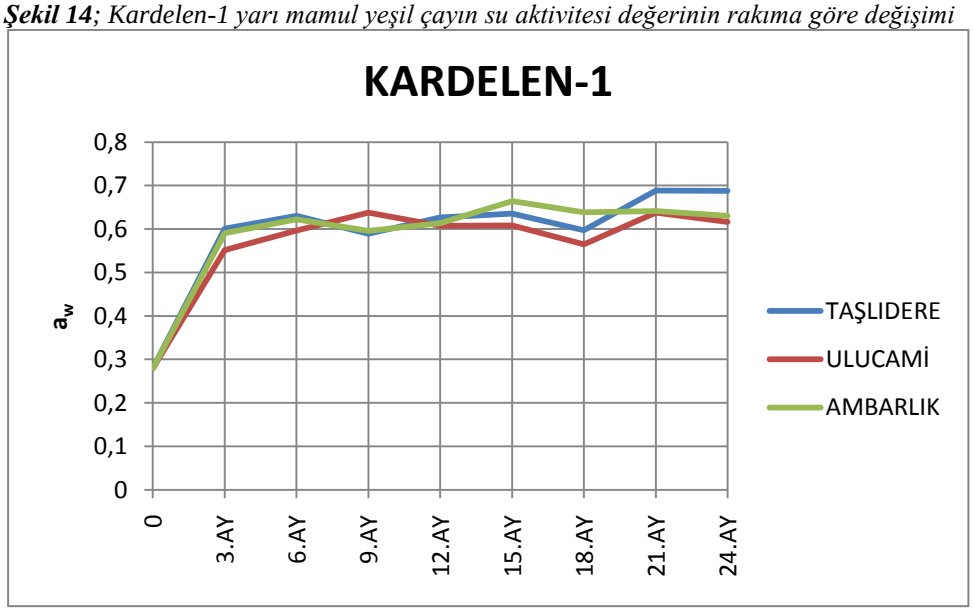
***Şekil 12**; Antik Yeşil-1 yarı mamul yeşil çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



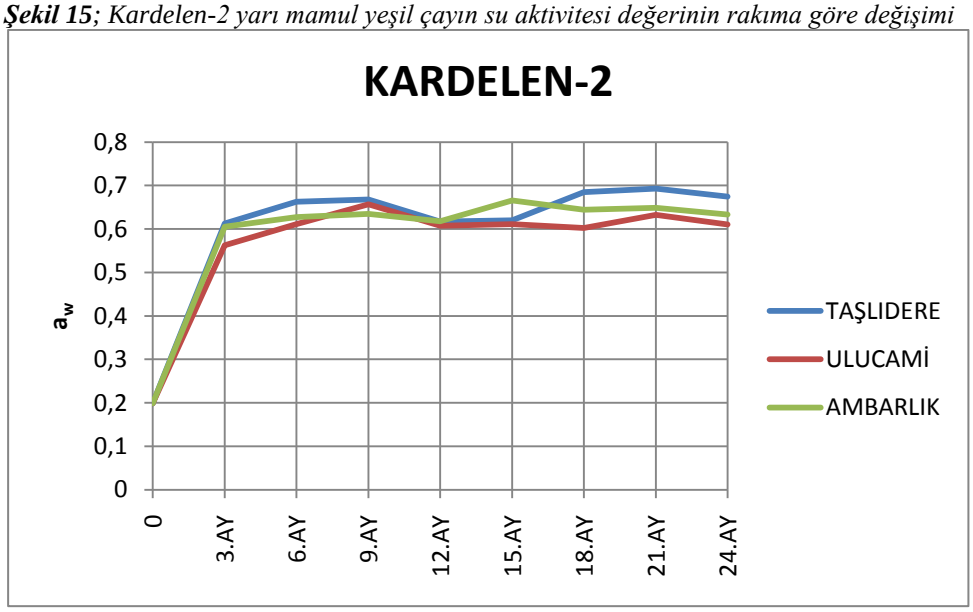
***Şekil 13**; Antik Yeşil-2 yarı mamul yeşil çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



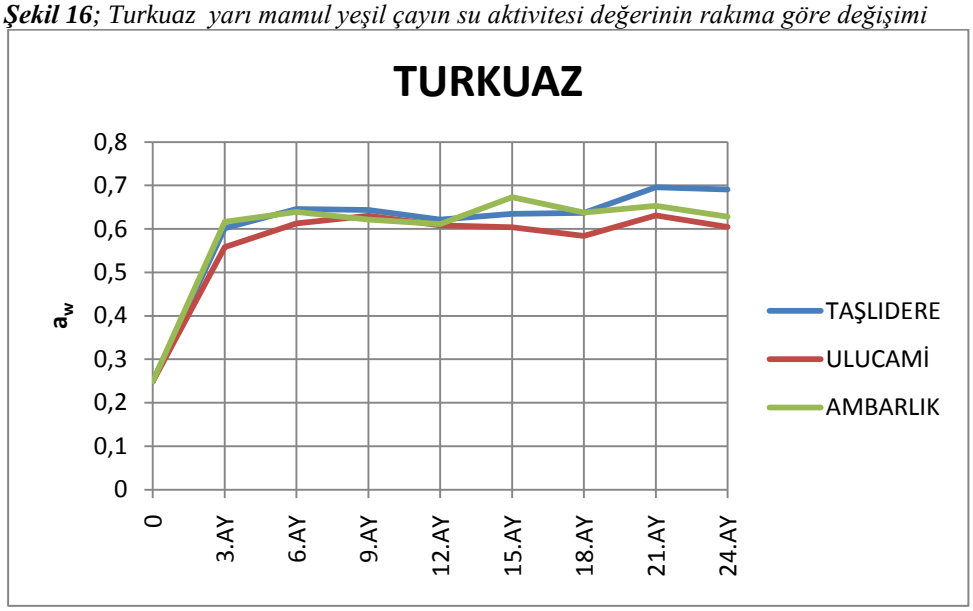
***Şekil 14**; Kardelen-1 yarı mamul yeşil çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



***Şekil 15**; Kardelen-2 yarı mamul yeşil çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*



***Şekil 16**; Turkuaz yarı mamul yeşil çayın su aktivitesi değerinin rakıma göre değişimi*

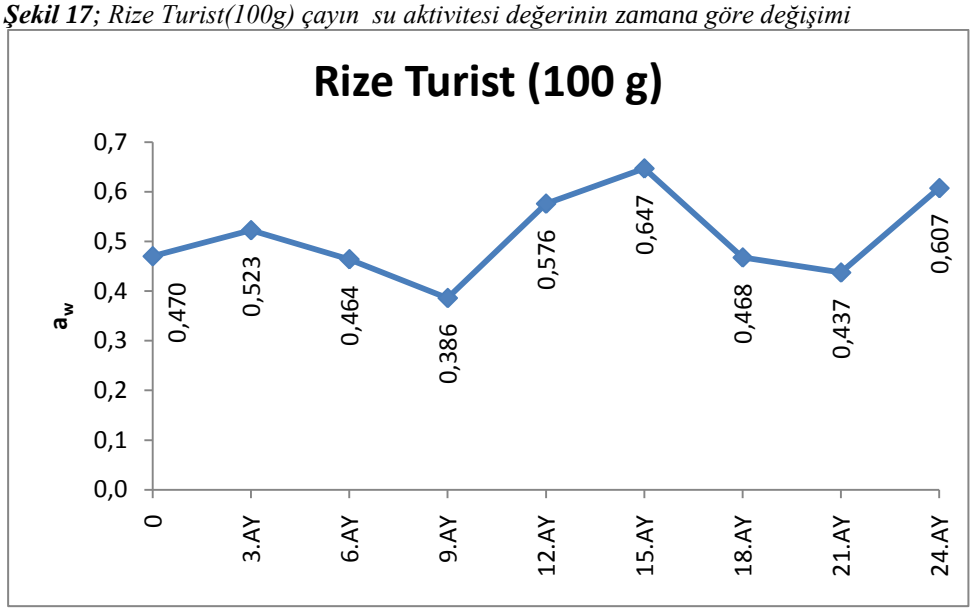


Farklı rakımlarda bulunan yarı mamul kuru çay ambarlarında, kraft torba içerisinde muhafaza edilen çay numunelerindeki su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişimin birbirinden farklı olup olmadığının saptanması amacıyla elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiş ve sonuçlar arasında önemli bir fark olmadığı anlaşılmıştır(P:0,05). Kraft torba içerisinde depolanan çayları su aktivitesi değerlerinin zamana ve rakıma göre değişimini gösteren grafiklerden, rakım değerlerinin su aktivitesinin değişimi üzerinde çok fazla etkili olmadığı görülmektedir.

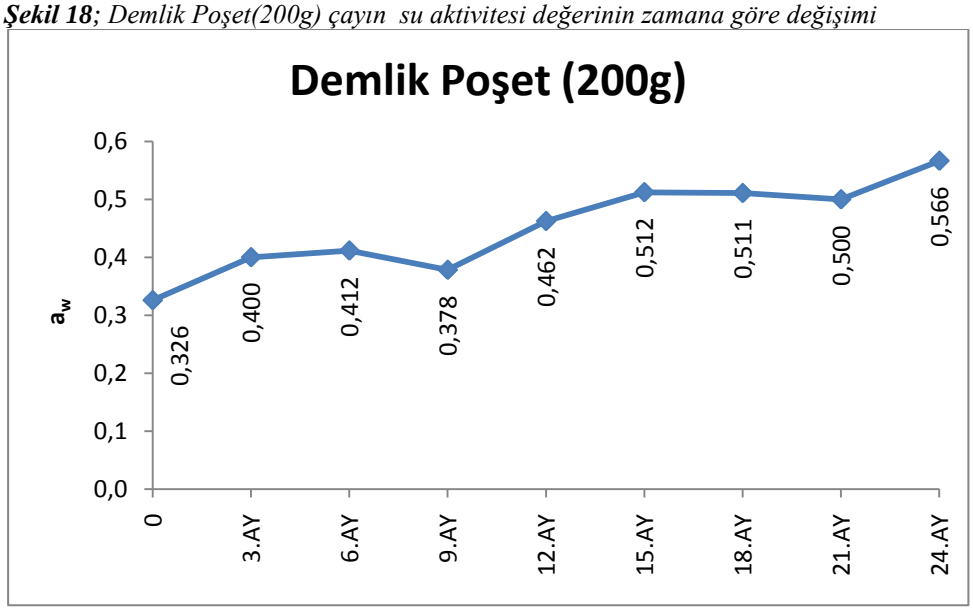
3.3 Farklı Ambalaj Materyali İçerisinde Piyasada Satılan Ticari Çayların Su Aktivitesi Değerlerinin Zamana Göre Değişimi

Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen ve piyasada satılan farklı ambalaj materyaline sahip 12 ticari çay çeşidinin su aktivitesi değerlerinin zamana bağlı olarak değişimi Şekil 17, Şekil 18 , Şekil 19, Şekil 20, Şekil 21, Şekil 22 , Şekil 23, Şekil 24, Şekil 25 , Şekil 26, Şekil 27 ve Şekil 28‘de ki grafiklerde gösterilmiştir.

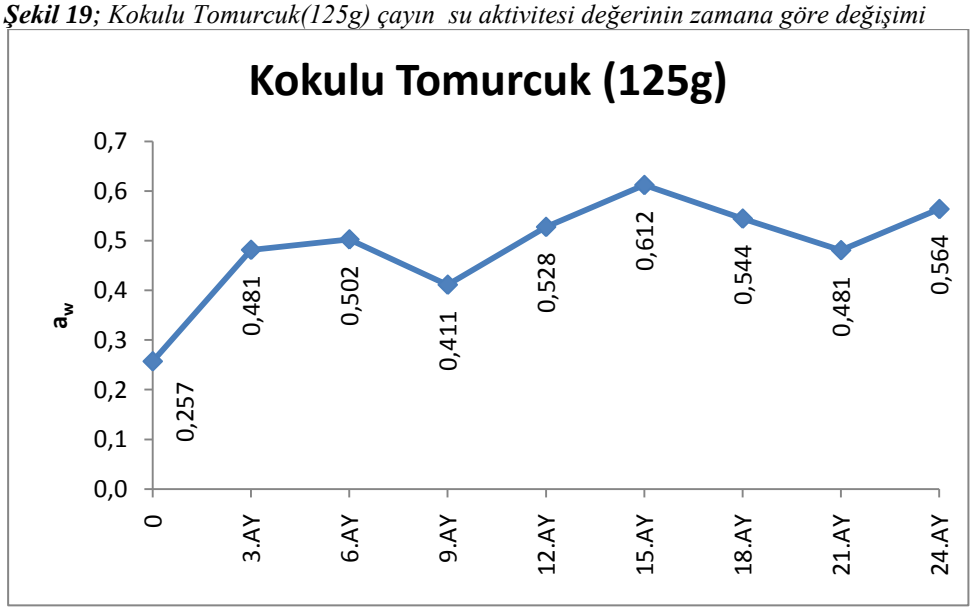
***Şekil 17**; Rize Turist(100g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



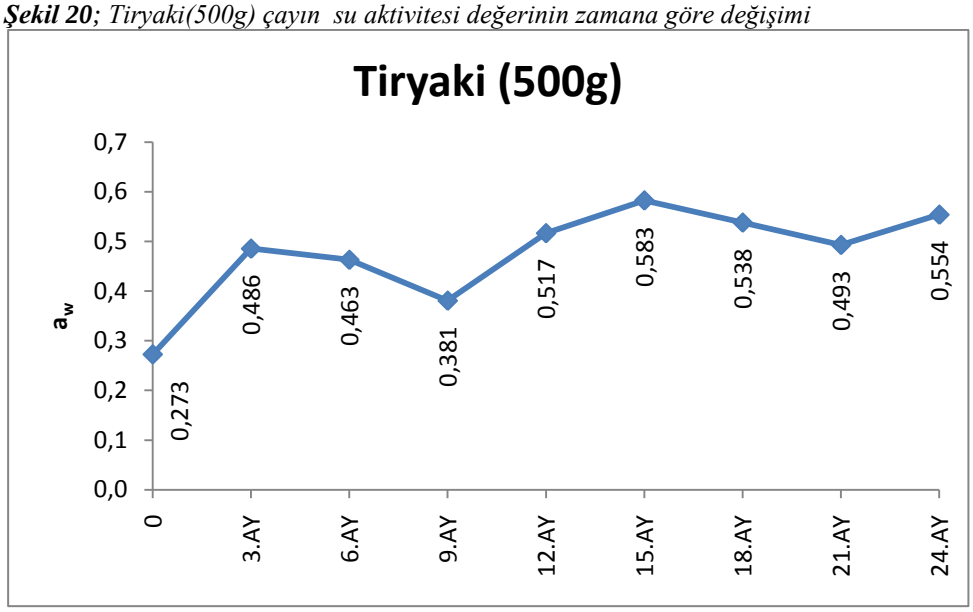
***Şekil 18**; Demlik Poşet(200g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



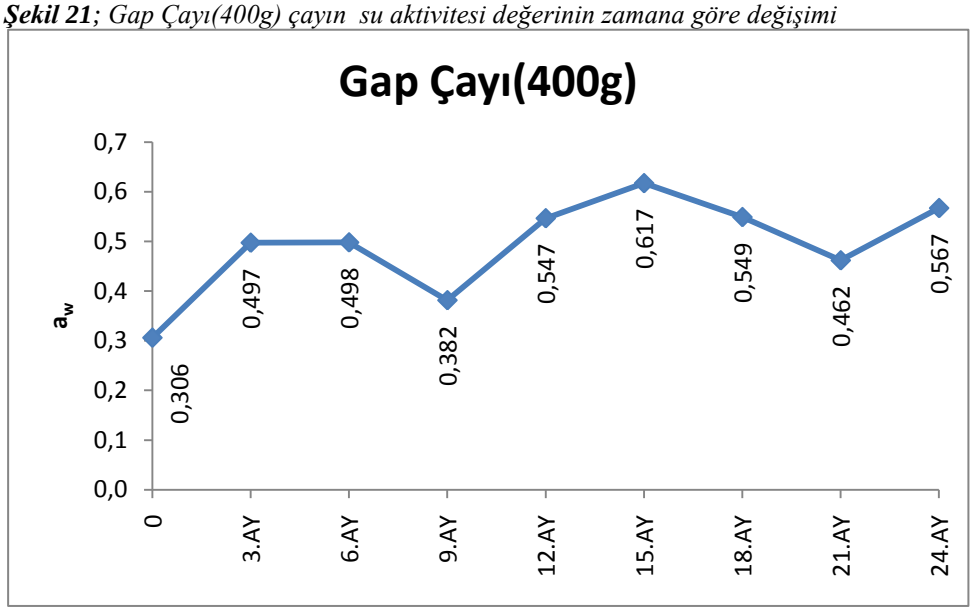
***Şekil 19**; Kokulu Tomurcuk(125g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



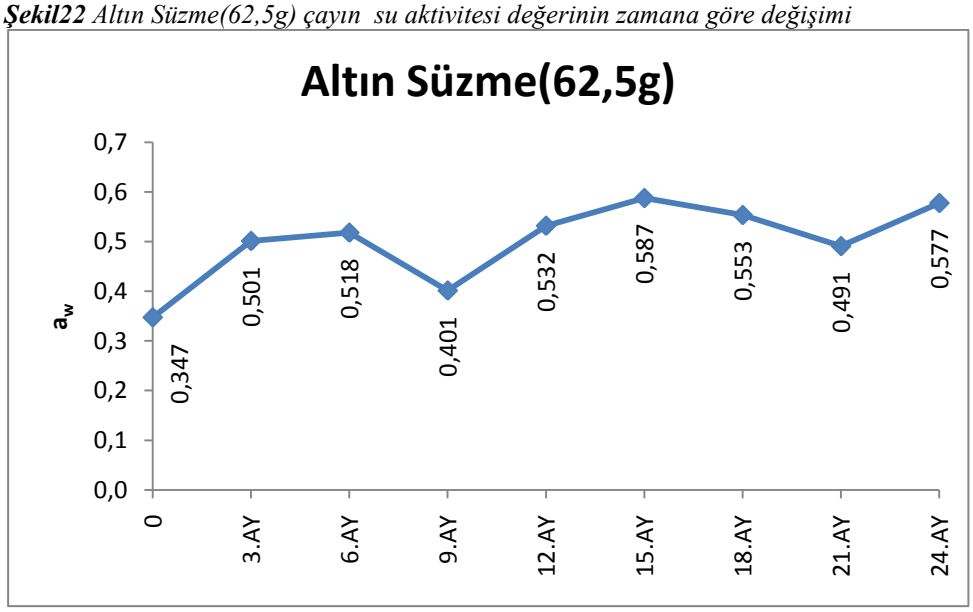
***Şekil 20**; Tiryaki(500g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



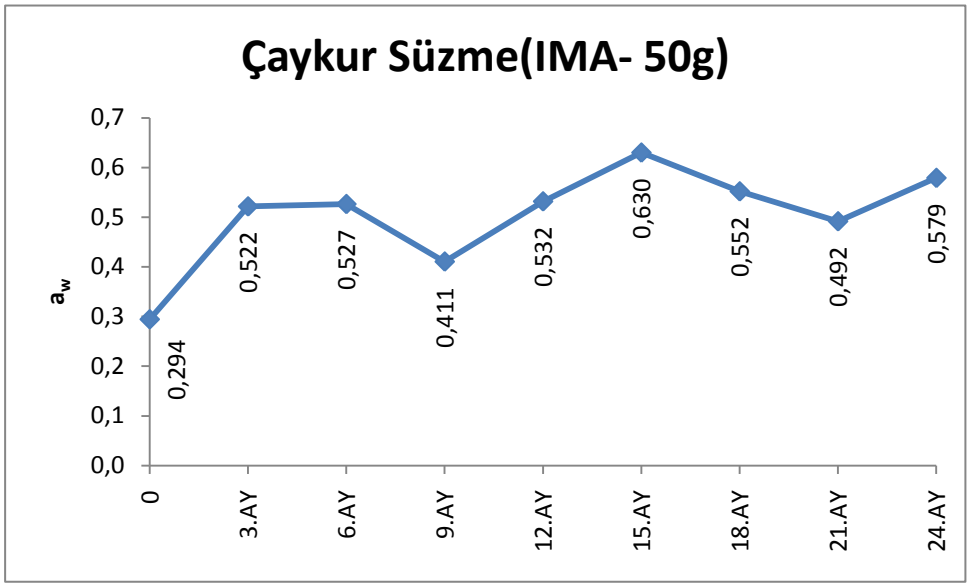
***Şekil 21**; Gap Çayı(400g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



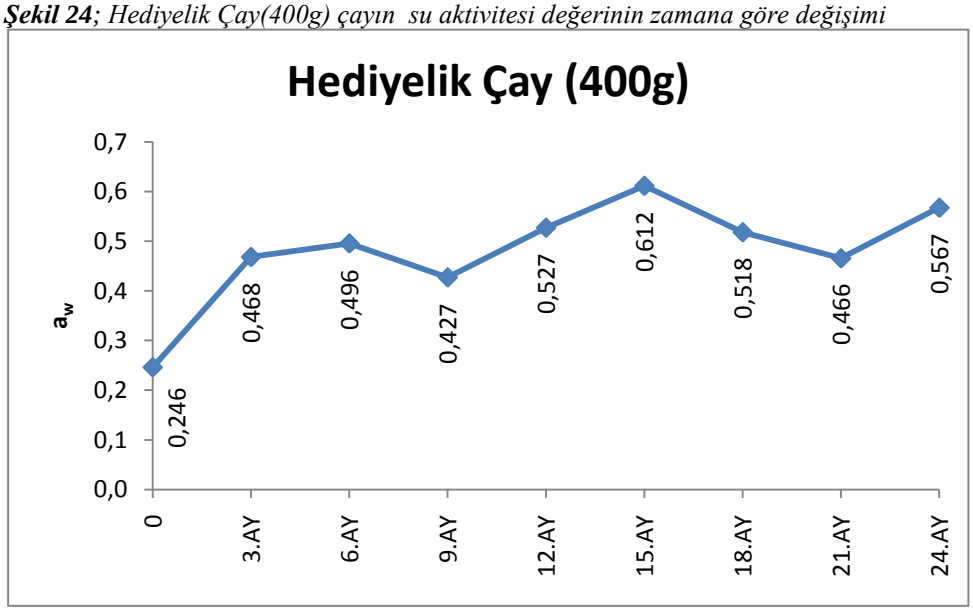
***Şekil22** Altın Süzme(62,5g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



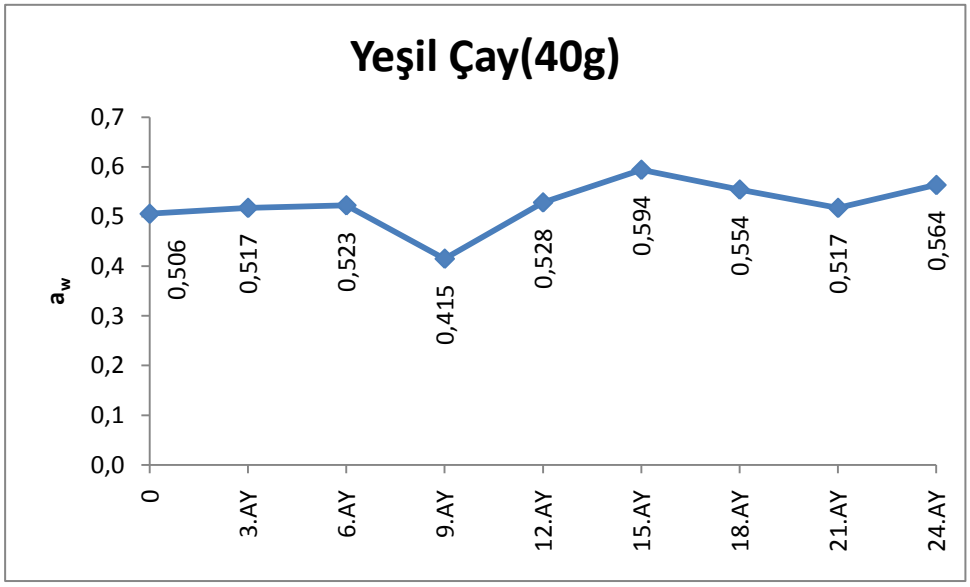
***Şekil 23**; Çaykur Süzme (IMA-50g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



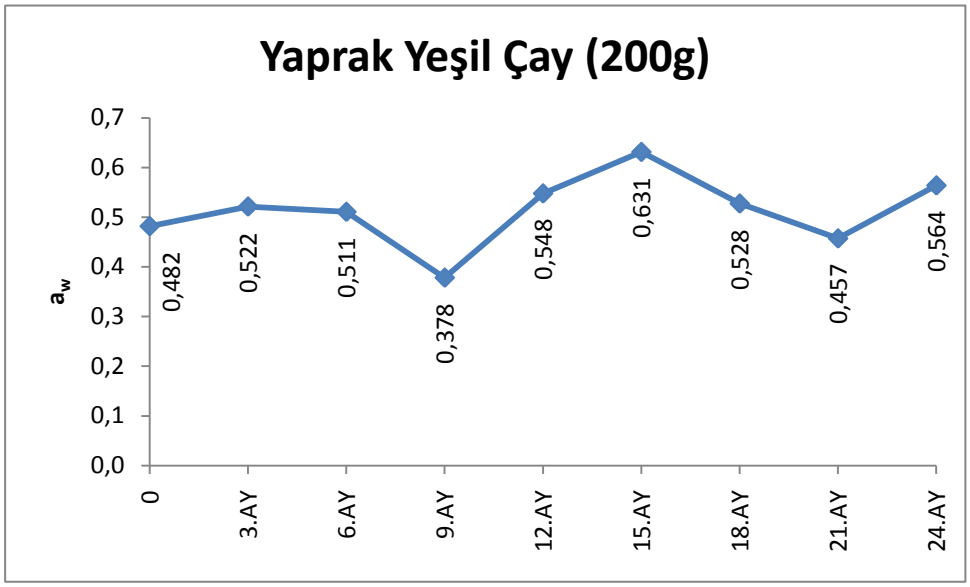
***Şekil 24**; Hediyelik Çay(400g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



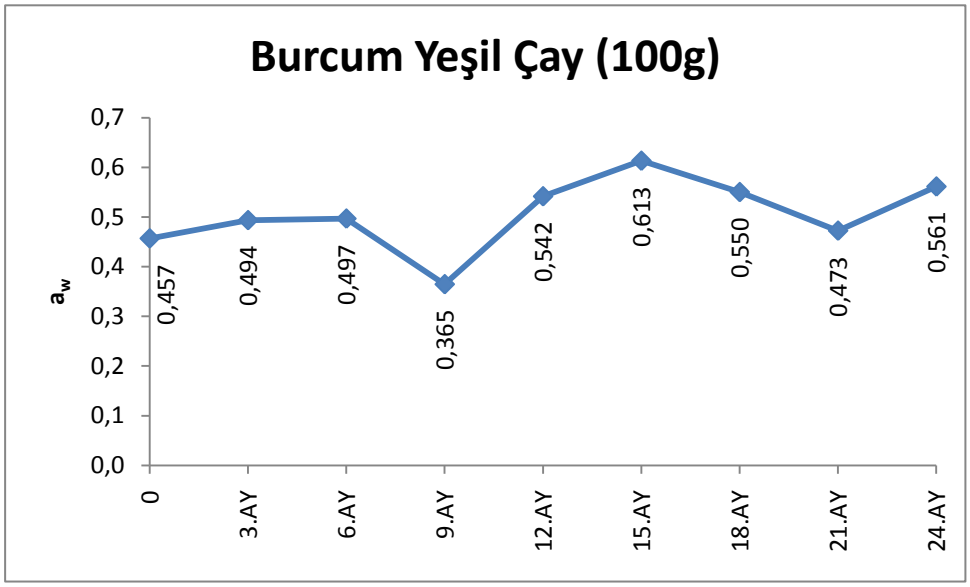
***Şekil 25**; Yeşil Çay(40g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



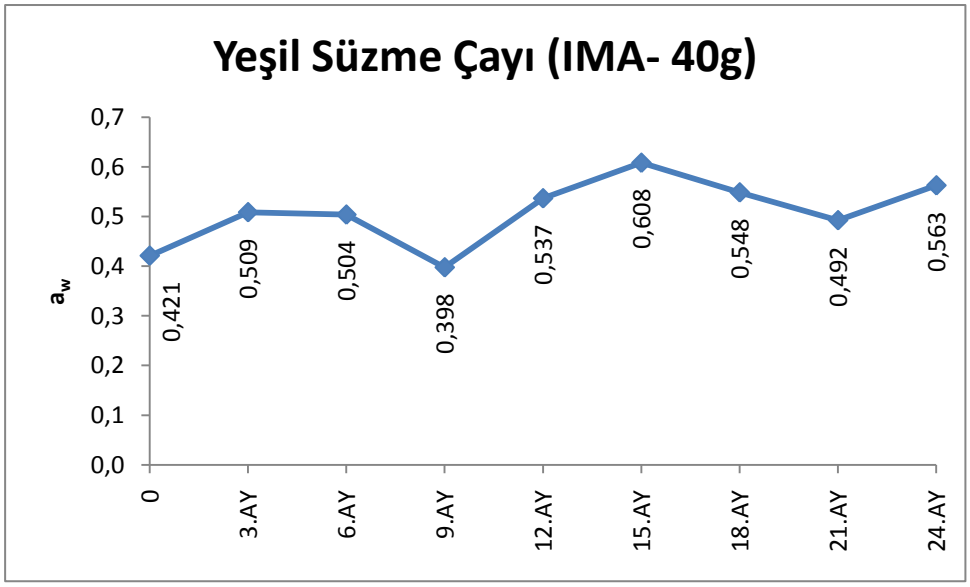
***Şekil 26**; Yaprak Yeşil Çay(200g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



***Şekil 27**; Burcum Yeşil Çay(100g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



***Şekil 28**; Yeşil Süzme(IMA-40g) çayın su aktivitesi değerinin zamana göre değişimi*



Çalışma süresi boyunca, farklı ambalaj materyalleri kullanılarak paketlenen hiçbir ticari çay numunesinin su aktivitesi değerinin, bozulma yapan bakteri, küf ve maya türlerinin gelişebileceği minimum seviyeye ulaşmadığı görülmüştür. Çalışmanın 15. Ayında numuneler üzerinde yapılan tayin sonucunda su aktivitesi değerlerinin genelde 0,61'in üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Tablo 1'de gösterildiği gibi bazı Kseorofilik(şekere dayanıklı) küfler ile bazı Ozmofilik(ozmotik basınca dayanıklı) mayalar bu su aktivitesi değerlerinde bile yaşamlarını sürdürebilmektedirler. Dolaysıyla diğer çevre koşullarının da uygun olması durumunda eğer dışarıdan bir bulaşma varsa çalışmada kullanılan ambalaj materyalleri ile paketlenen ticari çaylar üzerinde paketlemeden 15 ay sonra bahsedilen mikroorganizma türlerinin gelişmesinden bahsedilebilir. Ancak çalışmanın 18., 21. ve 24. Aylarında aynı numuneler üzerinde ki tayinlerde su aktivitesi değerlerinin 0,61'in altında kaldığı görülmüştür. Bu durumda su aktivitesi değerinin 15. Ayda yüksek çıkmasının ortam şartlarına , zamana ve ambalaj materyallerine bağlı olmayıp çalışma sırasında yapılan diğer hatalardan kaynaklandığı düşünülebilir.

Kuru çay higroskopik bir ürün olduğu için ortamda ki nispi nemden kolayca etkilenerek rutubet alır. Buda ürünün su aktivitesi değerini yükseltir. Ticari çayların paketlenmesinde kullanılan ambalaj materyallerinin, içerisinde ki ürünü ortam nispi neminden en iyi şekilde koruması gerekir. Ambalaj materyallerinin tespit edilmesinde bu husus dikkate alınır. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından ticari çayların paketlenmesi amacıyla kullanılan ve bu çalışmaya konu olan tüm ambalaj materyallerinin, ürünleri ortam nispi neminden yeterli derecece koruduğu ortaya çıkmıştır. Çalışma sırasında kullanılan ambalaj materyalinden hangilerinin ürünü ortam nispi neminden daha iyi muhafaza ettiğinin saptanması amacıyla, kullanılan her bir numunenin su aktivitesi değerindeki değişim ile ortam nispi nemi arasındaki korelasyonlar hesaplanmıştır. Numunelerin su aktivitesi değerleri ile ortam nispi nemi arasındaki korelasyon durumu tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4; *Farklı ambalaj materyallerine sahip ticari çayların su aktivitesi değerlerindeki değişim ile ortam nispi nemi arasındaki korelasyon*

Ambalaj Materyali	Korelasyon katsayısı-r Rutubet
Demlik Poşet (200gr)	0,04
Rize Turist (100 gr)	0,14
Hediyelik Çay (400gr)	0,27
Altın Süzme(62,5gr)	0,38
Kokulu Tomurcuk (125gr)	0,41
Tiryaki (500gr)	0,41
Gap Çayı(400gr)	0,42
Yaprak Yeşil Çay (200gr)	0,44
Burcum Yeşil Çay (100gr)	0,45
Yeşil Süzme Çayı (IMA- 40gr)	0,46
Çaykur Süzme(IMA- 50gr)	0,47
Yeşil Çay(40gr)	0,49

Korelasyon katsayılarına göre ortam nispi nemi ile su aktivitesi değerleri arasında pozitif yönde doğrusal bir ilişki olduğu açıkça görülmektedir. Kullanılan ambalaj materyallerinden kaynaklanan nedenlerden dolayı bu ilişki düşük seviyede kalmaktadır. Korelasyon katsayılarına göre en iyi muhafazayı **Demlik Poşet (200gr)** çayın paketlenmesinde kullanılan ambalaj materyali sağlamaktadır.

3.4 Üretim Bandının Farklı Noktalarından Alınan İmalat Kalıntılarının Su Aktivitesi Değerleri

Kuru çay üretim bandının farklı noktalarında bulunan imalat kalıntılarından alınan numunelerin su aktivitesi değerleri Tablo 4' de gösterilmiştir.

Tablo 5; *Kuru çay üretim bandının farklı noktalarından alınan imalat kalıntılarının su aktivitesi değerleri*

Numune No	Numunenin Alındığı Yer	Su Aktivitesi (a_w)
20	Fırın 1.bant	0,999
7	Düz kıvırma bant çıkışı	0,999
6	Düz kıvırma 2.bant	0,997
5	Düz kıvırma altı	0,997
4	Düz kıvırma makinesi	0,997
9	Pres altı ana bant sonu	0,997
3	Bunker 3.Bant	0,997
13	Elek	0,996
17	Fermentasyon çıkışı	0,996
15	Fermentasyon 1	0,996
16	Fermentasyon 2	0,995
14	Helezon	0,994
8	Pres altı ana bant	0,993
21	Fırın 2.bant	0,991
2	Traf	0,989
10	Pres üst bant	0,812
1	Soldurma yükleme bandı	0,705
11	Pres makine 1	0,697
12	Pres makine 2	0,695
22	Fırın bant altı	0,660
31	Tasnif Çöp	0,619
26	Pakka ana bant altı	0,612
28	Tasnif-1	0,610
24	Pakka altı 1	0,606
30	Tasnif-3	0,602
25	Pakka altı 2	0,601
18	Fırın	0,597
29	Tasnif-2	0,594
23	Fırın çıkışı altı	0,576
27	Midilton	0,575
19	Fırın bant rölesi	0,547

Analiz sonuçlarına göre 19,27,23,29,18,25,30 ve 24 numaralı numunelerin su aktivitesi değerlerinin hiçbir mikroorganizmanın gelişmesine izin vermeyecek seviyede olduğu saptanmıştır. Buna göre söz konusu numunelerin Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinin Ek-1 ve Ek-2 tablosunda belirtilen mikroorganizmaların gelişmesi için uygun ortam oluşturmadıkları anlaşılmıştır. Bu numuneler imalatın fırın ve tasnif ünitelerinden alındığı için doğal olarak su aktivitesi değerleri de düşük çıkmıştır. Çünkü imalat aşamasının bu ünitelerinde ortaya çıkan yarı mamul ürün ve atıklarının su içerikleri en az seviyelerde bulunmaktadır.(%2-4)

10, 1, 11, 12, 22, 31, 26 ve 28 numaralı numunelerin analiz sonuçlarına göre, su aktivitesi değerleri bozulma yapan maya ve bakterilerin gelişmesine imkan vercek seviyede olmamasına rağmen, Halofilik(tuzu dayanıklı) bakteriler, Kseorofilik(şekere dayanıklı) küfler ve Ozmofilik(ozmotik basınca dayanıklı) mayalar ile bozulma yapan küflerin gelişmesine uygun seviyelerde olduğu görülmüştür. Buna göre imalat sırasında numunelerin alındığı makine ve ekipman kısımlarında yeterli temizlik yapılmaması durumunda Xeromyces bisporus, Halobacterium halobium, Aspergillus flavus ve Zygosaccharomyces rouxii gibi mikroorganizma türlerinin gelişmesi için uygun ortam oluşabileceği anlaşılmaktadır. Buna rağmen, söz konusu numunelerin tümünün su aktivitesi değerleri özellikle Aspergillus flavus gibi küflerin toksin üretebilmesi için yeterli değildir.

İmalatın kıvırma ünitesi, fermantasyon ünitesi ve fermantasyon ünitesinden fırınlara çay taşıyan bantlardan alınan numunelerin analiz sonuçlarına göre su aktivitesi değerlerinin genel olarak 0,90'ın üzerinde olduğu görülmüştür. Bu nedenle diğer çevre şartlarının uygun olması durumunda söz konusu numuneler üzerinde Halofilik(tuzu dayanıklı) bakteriler, Kseorofilik(şekere dayanıklı) küfler ve Ozmofilik(ozmotik basınca dayanıklı) mayalar ile birlikte gıdalarda bozulmaya neden olan bakteriler, mayalar ve küflerin gelişebileceği ve hatta toksin üretebilecekleri anlaşılmıştır. Söz konusu numuneler , Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinin Ek-1 ve Ek-2 tablosunda belirtilen tüm mikroorganizmaların gelişmesi için sahip oldukları su aktivitesi değerleri açısından uygun ortam oluşturmaktadır.

Kuru çay imalatı sırasında özellikle su içeriği yüksek olan ürün ve ürün atıklarının bulunduğu imalat kısımlarında kullanılan makine ve ekipman üzerindeki imalat atıklarının kısa zaman aralıklarında sürekli temizlenmeleri gerekmektedir. Yeterli ve sürekli temizlik yapılmadığı taktirde, kuru çay üretim bandının bu ünitelerindeki makine ve ekipmanların üzerlerinde bulunan atık ve kalıntılar üzerinde, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinin Ek-1 tablosuna ilave olarak Ek-2 tablosunda da belirtilen patojen mikroorganizmaların (Salmonella spp., Listeria monocytogenes, Termotolerant Campylobacter spp., Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Clostridium perfringens) gelişmesi için uygun ortam oluşacaktır. Diğer ortam şartlarının da uygun olması durumunda bu kalıntılar üzerinde gelişen mikroorganizmalar yarı mamul kuru çayın mikrobiyolojik olarak kirlenmesine neden olacaktır. Bunun için imalat işleminin her aşamasında temizliğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanılan tüm makine ve ekipmanlar kalıntı barındırmayacak şekilde kolay ve sürekli temizlemeye elverişli şekilde dizayn ve montaj edilmelidir.

4. KAYNAKÇA

1. Aqualab ‘’ Su Aktivitesi’’ Kataloğu
2. Ayhan, K. 2000. Gıdalarda Bulunan Mikroorganizmalar. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. S. 63-70. Ankara
3. Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan M. 2003. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi; Kurutma Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. No:28. S. 562. Ankara
4. Certel, M., Ertugay, M.F. 1996. Gıdalarda Su Aktivitesinin Termodinamiği. S.193
5. Certel, M., Ertugay, M.F. 1996. Gıdalarda Su Aktivitesinin Kontrol ve Belirleme Yöntemleri – 1. S. 31
6. Certel, M., Ertugay, M.F. 1996. Gıdalarda Su Aktivitesinin Kontrol ve Belirleme Yöntemleri – 2. S. 309
7. Ghodake, H.M., Goswami, T.K., Chakraverty, A. Moisture sorption isotherms, heat of sorption and vaporization of withered leaves, black and green tea. India.
8. Karaoğlu Ş., A. 2002. Kuru Çayda Bakteriyolojik ve Mikolojik Kontaminasyonun Araştırılması. Rize
9. Şahbaz, F. 1998. Su ve Buz. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları. S. 17. Ankara
10. http://www.intertek-cb.com/newsitetest/serv ices/agri/wateractivitytestingfood.shtml
11. http://www.fao.org/ag/agn/agns/JEMRA
12. http://en.wikipedia.org/wiki
13. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1457291
14. http://aqualab.com/assets/Uploads/AN-Water-Activity-for-Jerky-Meat.pdf
15. http://aem.asm.org/cgi/content/abstract/66/11/4921
16. http://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/issues/vet-07-31-1/vet-31-1-11-0509-41.pdf
17. http://issuu.com/decaweb/docs/fundamentalsofaw
18. http://en.wikipedia.org/wiki/Water_activity
19. http://www.nelfood.com/help/library/nelfood-kb02.pdf
20. http://faculty.ksu.edu.sa/baddour/Student%20Assignments/Bacillus%20cereus.pdf
21. http://www.nzfsa.govt.nz/science/data-sheets/clostridium-perfringens.pdf
22. http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/359/1448/1249.full.pdf