



**SERT SULARIN HAMUR VE EKMEK KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Burcu KARACAN

Danışman: Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2022

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

SERT SULARIN HAMUR VE EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ
(The Effect of Hard Water on Dough and Bread Quality)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu KARACAN

Danışman: Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

Erzurum
Mayıs, 2022



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Natural and
Applied Sciences

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ KABUL VE ONAY TUTANAĞI

SERT SULARIN HAMUR VE EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR danışmanlığında, Burcu KARACAN tarafından hazırlanan bu çalışma, 11/05/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Gıda Mühendisliği Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY <i>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır
Jüri Üyesi:	Dr. Öğr. Üyesi Ferid AYDIN <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı Islak İmzalıdır

Enstitü Kurulu
Kurulunun/....../.... tarih
ve sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof.Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: **BAP- FYL-2021-9074**



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Natural and
Applied Sciences

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR danışmanlığında sunulan “Sert Suların Hamur ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	24	30
Kuramsal Temeller	15	30
Materyal ve Yöntem	19	35
Bulgular	15	20
Tartışma	15	20
Tezin Geneli	16	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Burcu KARACAN	Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR
16.5.2022	16.5.2022
İmza: Aslı Islak İmzalıdır	İmza: Aslı Islak İmzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca, tez çalışmamın projeye dönüştürölüp düzenlenmesi, sonuçlandırılması ve değeriendirilmesinde her adımda değeri görüş ve katkılarıyla beni yönlendiren, destekleyen ve bana yol gösteren, her daim beni motive eden, engin bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR’a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmamızda, “**BAP- FYL-2021-9074 nolu**” “Sert Suların Hamur ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi” başlıklı projemizi maddi olarak destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne teşekkür ederim.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SERT SULARIN HAMUR VE EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Burcu KARACAN

Danışman: Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

Amaç: Ekmek üretiminde kullanılacak olan farklı sertlik derecelerindeki suyun hamur reolojisi ve ekmek kalitesi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Yöntem: Hamur için; 3 farklı sertlikte su (orta sert, sert, çok sert), 2 farklı seviyede malt unu (%0, %0,4), 3 farklı seviyede maya (%0, %1,5, %3,0), 2 farklı seviyede tuz (%0, %1,0) ve ekmek için; 3 farklı sertlikte su (orta sert, sert, çok sert), 2 farklı seviyede malt unu (%0, %0,4), 2 farklı seviyede maya (%1,5, %3,0), 2 farklı seviyede tuz (%0, %1,0) ilave edilmiştir. Üretim sonunda hamurun reolojik özelliklerini belirlemek üzere farinograf ve ekstensograf cihazları kullanılmış ve son ürün olan ekmeğin kalitesini nasıl etkilediğini de belirlemek için kütle, hacim, spesifik hacim, renk değerleri, ekmek içi yumuşaklık değeri (PNR), son fermentasyon süresi; ile Tekstür Profil Analizi (TPA) parametreleri (sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet, çiğnenebilirlik) incelenmiştir.

Bulgular: Araştırmada hamurun farinogram değerlerinden su absorpsiyon ve MTI değerleri suyun sertlik seviyesi 75 ppm CaCO_3 mg/L'den 150 ppm CaCO_3 mg/L'e yükseldiğinde artmış, suyun sertlik seviyesi 300 ppm CaCO_3 mg/L'e yükseldiğinde bu değerler düşmüştür. 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesinde ise hamur stabilitesi en yüksek değeri, 12. Dakika yumuşama değeri ise en düşük değerini göstermiştir. Hamurun ekstensogram değerlerinden en yüksek uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesinde, en düşük uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri ise 75 ppm CaCO_3 mg/L ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesinde görülmüştür. Ekmeğin kabuk renginde 300 ppm CaCO_3 mg/L sertlik seviyesinde en yüksek $+b^*$ değeri, 75 ppm CaCO_3 mg/L sertlik seviyesinde ise en düşük $+b^*$ değeri görülmüştür. Ekmeğin TPA parametrelerinden en yüksek kohesivlik değeri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertliğinde en düşük kohesivlik değeri ise 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertliğinde görülmüştür.

Sonuç: Mevcut araştırmada kullanılan 3 farklı sertlikteki su örnekleri hamur reolojisi ve ekmek kalitesi üzerinde şu etkileri göstermiştir: Hamurun farinogram değerlerinden hamur stabilitesi üzerinde sertlik seviyesinin artmasıyla stabiliteninde arttığı gözlemlenmiştir. Yoğurma tolerans indeksi (MTI), 12. Dakika yumuşama derecesi ve % su absorpsiyonu değeri için optimum değeri 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertliğindeki su örneği vermiştir. Gelişme süresi, farinograf kalite numarası (FQN) ve 20. Dakika yumuşama derecesi değerleri üzerinde ise su sertlik seviyesi faktörü etkili olmamıştır. Ekstensogram değerlerinden uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri için optimum değeri yine 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertliğindeki su örneği vermiştir. hamur mukavemeti, oran sayısı ve maksimum direnç üzerine ise su sertlik seviyesi faktörü etkili olmamıştır. Ekmeğin TPA parametrelerinden sadece kohesivlik değeri için optimum değeri yine 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertliğindeki su örneği vermiştir. Sonuç olarak hamur reolojisi ve ekmek kalitesinde optimum değerleri elde etmek için 150 ppm CaCO_3 sertliğindeki sular kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ekmek, Hamur, Sert su, Farinograf, Ekstensograf

Mayıs 2022, 119 sayfa

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

THE EFFECT OF HARD WATER ON DOUGH AND BREAD QUALITY

Burcu KARACAN

Supervisor: Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

Purpose: It is aimed to determine the effects of water in different hardness levels to be used in bread production on dough rheology and bread quality.

Method: For dough; 3 different levels of water (medium hard, hard, very hard), 2 different levels of malt flour (0%, 0.4%), 3 different levels of yeast (0%, 1.5%, 3.0%), 2 different level of salt (0%, 1.0%) and for bread; Water of 3 different hardness (medium hard, hard, very hard), 2 different levels of malt flour (0%, 0.4%), 2 different levels of yeast (1.5%, 3.0%), 2 different levels of salt (0%, 1.0%) was added. At the end of the production, farinograph and extensograph devices were used to determine the rheological properties of the dough, and mass, volume, specific volume; color values; crumb softness value (PNR); final fermentation time; and Texture Profile Analysis (TPA) parameters (hardness, stickiness, cohesiveness, elasticity, chewiness) were examined.

Findings: In the study, the farinogram values of the dough, water absorption and MTI values increased when the hardness level of the water increased from 75 ppm CaCO₃ mg/L to 150 ppm CaCO₃ mg/L and these values decreased when the hardness level of the water increased to 300 ppm CaCO₃ mg/L. At 300 ppm CaCO₃ mg/L water hardness level, dough stability showed the highest value and the softening value at the 12th minute showed the lowest value. Among the extensogram values of the dough, the highest elongation ability and dough energy values were observed at 150 ppm CaCO₃ mg/L water hardness level, the lowest elongation ability and dough energy values were observed at 75 ppm CaCO₃ mg/L and 300 ppm CaCO₃ mg/L water hardness levels. In the crust color of the bread, the highest $+b^*$ value was observed at 300 ppm CaCO₃ mg/L hardness level, and the lowest $+b^*$ value was observed at 75 ppm CaCO₃ mg/L hardness level. Among the TPA parameters of the bread, the highest cohesiveness value was observed at 75 ppm CaCO₃ mg/L water hardness, and the lowest cohesiveness value was observed at 300 ppm CaCO₃ mg/L water hardness.

Results: The water samples of 3 different hardnesses used in the present study showed the following effects on dough rheology and bread quality: It was observed that the dough stability increased with the increase in hardness level on the farinogram values of the dough. The optimum value for the kneading tolerance index (MTI), 12th minute softening degree and % water absorption value was given by a water sample of 150 ppm CaCO₃ mg/L water hardness. The water hardness level factor had no effect on the development time, farinograph quality number (FQN) and 20th minute softening degree values. Again, 150 ppm CaCO₃ mg/L water hardness gave the optimum value for extensibility and dough energy values from the extensogram values. The water hardness level factor was not effective on dough strength, ratio number and maximum resistance. Among the TPA parameters of the bread, only the optimum value for the cohesiveness value was given by the water sample with 150 ppm CaCO₃ mg/L water hardness. As a result, water with a hardness of 150 ppm CaCO₃ should be used to obtain optimum values for dough rheology and bread quality.

Keywords: Bread, Dough, Hard Water, Farinograph, Extensograph

May 2022, 119 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLOLAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiii
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xvii
GİRİŞ.....	1
KAYNAK ÖZETLERİ.....	7
MATERYAL VE METOT	10
Materyal	10
Yöntem.....	10
Suda yapılan analizler	10
Hamurda yapılan analizler	12
Ekmek üretimi.....	15
Ekmekte yapılan analizler	16
Deneme Planı	18
İstatistiksel analiz	19
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	20
Hamurun Farinogram Özelliklerine Ait % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI, FQN, Hamur Stabilitesi, Yumuşama Değerleri	20
Hamurun Ekstensogram Özelliklerine Ait Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}), Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri.....	41
Ekmek Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri	58
Ekmek İç L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri.....	63
Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri	66
Ekmek İç Yumuşaklık Değeri ve Son Fermentasyon Süresi	73
Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri	78

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	90
KAYNAKLAR.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	99



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Farinogram Özelliklerinden % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI, FQN, Hamur Stabilitesi, Yumuşama Değerleri.....	20
Tablo 2. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Farinogram Özelliklerinden % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI ve FQN Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları.....	21
Tablo 3. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları.....	22
Tablo 4. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI Ve FQN Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	23
Tablo 5. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	23
Tablo 6. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI Ve FQN Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	24
Tablo 7. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	24
Tablo 8. Farklı Tuz Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI ve FQN Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	24
Tablo 9. Farklı Tuz Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	25
Tablo 10. Farklı Maya Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI ve FQN Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	25

Tablo 11. Farklı Maya Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	25
Tablo 12. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}), Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerlerinin Ortalamaları	42
Tablo 13. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}), Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları.....	43
Tablo 14. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları.....	44
Tablo 15. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	45
Tablo 16. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	45
Tablo 17. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	45
Tablo 18. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	46
Tablo 19. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}), Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	46
Tablo 20. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ...	46
Tablo 21. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	47

Tablo 22. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları ...	47
Tablo 23. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin Kabuğuna Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerlerinin Ortalamaları.....	59
Tablo 24. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin Kabuğuna Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerlerinin Varyasyon Analiz Sonuçları.....	60
Tablo 25. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	61
Tablo 26. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	61
Tablo 27. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	61
Tablo 28. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları Test Sonuçları.....	62
Tablo 29. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin İçine Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerlerinin Ortalamaları	63
Tablo 30. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin İçine Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerlerinin Varyasyon Analiz Sonuçları	64
Tablo 31. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	64
Tablo 33. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	65
Tablo 34. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	65
Tablo 35. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacmine Ait Değerlerin Ortalamaları.....	67
Tablo 36. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacmine Ait Değerlerin Varyasyon Analiz Sonuçları...	68
Tablo 37. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	69
Tablo 39. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	69
Tablo 40. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	70

Tablo 41. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık ve Son Fermentasyon Süresine Ait Değerlerin Ortalamaları	74
Tablo 42. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık ve Son Fermentasyon Süresine Ait Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları.....	75
Tablo 43. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık Değerleri ve Son Fermentasyon Süresi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	75
Tablo 44. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık Değerleri ve Son Fermentasyon Süresi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	76
Tablo 45. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık Değerleri ve Son Fermentasyon Süresi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	76
Tablo 46. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık Değerleri ve Son Fermentasyon Süresi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	76
Tablo 47. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerlerine Ait Ortalamalar	79
Tablo 48. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar..	80
Tablo 49. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları.....	81
Tablo 50. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları	82
Tablo 51. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	82
Tablo 52. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	83

Tablo 53. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	83
Tablo 54. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	83
Tablo 55. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	84
Tablo 56. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	84
Tablo 57. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	84
Tablo 58. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.....	84
Tablo 59. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Hamurun, Analize Tabii Tutulan Parametrelerinin Birbirleriyle Olan Korelasyon Sonuçları	88
Tablo 60. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, Analize Tabii Tutulan Parametrelerinin Birbirleriyle Olan Korelasyon Sonuçları	89

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Türk toplumunda yaygın olan ekmek türlerinin günlük enerji karşılama oranları	2
Şekil 2. Glutenin ve glidin proteinleri ile lipidlerin interaksyonu.....	4
Şekil 3. Arpa tanelerinin çimlendirilmesi a)Arpalarının çimlendirilmesinde birinci gün b)Arpaların çimlendirilmesinde ikinci gün c) Arpaların çimlendirilmesinde üçüncü gün d)Arpaların çimlendirilmesinde dördüncü ve beşinci gün e) ve f)Arpaların çimlendirilmesinde altıncı gün ve yedinci gün	12
Şekil 4. Farinogram grafiği	13
Şekil 5. Ekstensogram grafiği	15
Şekil 6. Tekstür analizi için kullanılan SMS (Stable Micro System, model TA XT.plus, England) analiz cihazı.....	17
Şekil 7. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu.....	26
Şekil 8. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu .	27
Şekil 9. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x maya seviyesi interaksyonu.....	27
Şekil 10. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	28
Şekil 11. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu.....	28
Şekil 12. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu.....	29
Şekil 13. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu.....	30
Şekil 14. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu.....	30
Şekil 15. Gelişme süresi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu.....	31
Şekil 16. Gelişme süresi üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	31
Şekil 17. Gelişme süresi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu.....	32
Şekil 18. Gelişme süresi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu.....	32

Şekil 19. MTI üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	33
Şekil 20. FQN üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu	33
Şekil 21. FQN üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	34
Şekil 22. FQN üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu	34
Şekil 23. Hamur stabilitesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu	35
Şekil 24. Hamur stabilitesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	36
Şekil 25. Hamur stabilitesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	36
Şekil 26. 12. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	37
Şekil 27. 20. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu	37
Şekil 28. 20. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	38
Şekil 29. 20. Dakikada yumuşama derecesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	38
Şekil 30. 20. Dakikadaki yumuşama derecesi üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	39
Şekil 31. 20. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu	40
Şekil 32. 20. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	40
Şekil 33. Uzama kabiliyeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu	48
Şekil 34. Uzama kabiliyeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	48
Şekil 35. Uzama kabiliyeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu	49
Şekil 36. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu interaksyonu	49
Şekil 37. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu	50

Şekil 38. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu.....	50
Şekil 39. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu.....	51
Şekil 40. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu	51
Şekil 41. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu.....	52
Şekil 42. Maksimum direnç üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu.....	52
Şekil 43. Maksimum direnç üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu.....	53
Şekil 44. Oran sayısı üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksiyonu.....	54
Şekil 45. Oran sayısı üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu.....	54
Şekil 46. Oran sayısı üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu	55
Şekil 47. Oran sayısı üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu	55
Şekil 48. Oran sayısı üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu.....	56
Şekil 49. Hamur enerjisi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksiyonu.....	56
Şekil 50. Hamur enerjisi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu ..	57
Şekil 51. Hamur enerjisi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu.....	57
Şekil 52. Hamur enerjisi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu.....	58
Şekil 53. L^* değeri üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu	66
Şekil 54. Kütle üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksiyonu.....	70
Şekil 55. Kütle üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu	71
Şekil 56. Kütle üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu.....	71
Şekil 57. Kütle üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu.....	72
Şekil 58. Kütle üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu.....	72
Şekil 59. Spesifik hacim üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu.....	73

Şekil 60. Son fermentasyon süresi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu.....	77
Şekil 61. Son fermentasyon süresi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu	78
Şekil 62. Sertlik üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu.....	85
Şekil 63. Kohesivlik üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu.....	85
Şekil 64. Elastikiyet üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu	86
Şekil 65. Çiğnenebilirlik üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu ..	87



KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

a^*	: Kırmızı
$-a^*$	: Yeşil
b^*	: Sarı
$-b^*$	: Mavi
$^{\circ}\text{D}$	: Alman sertlik derecesi
Al	: Alüminyum
Ca	: Kalsiyum
CaCO_3	: Kalsiyum Karbonat
Cl	: Klor
cm	: Santimetre
cm^2	: Santimetrekare
CO_2	: Karbondioksit
Dk	: Dakika
EU	: Ekstensograf Unit
Fe	: Demir
FQN	: Farinograf Kalite Numarası
FU	: Farinograf Unit
g	: Gram
KCl	: Potasyum klorür
kg	: Kilogram
KO	: Kareler Ortalaması
L	: Litre
L^*	: Açıklık-Koyuluk
mg	: Miligram
MgSO_4	: Magnezyum sülfat
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
MÖ	: Milattan Önce
MTI	: Yoğurma Tolerans İndeksi
N	: Newton
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyum klorür
$^{\circ}\text{C}$	: Santigrat derece

°D	: Alman serlik derecesi
PB	: Penetrasyon Birimi
PE	: Polietilen
ppm	: Milyonda bir kısım
R₅	: 5. Dakikadaki Hamur Direnci
R_{max}	: Maksimum Direnç
SD	: Standart Sapma
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TPA	: Tekstür Profil Analizi
YD	: Yumuşama Derecesi
%	: Yüzde



GİRİŞ

Dünyada en fazla üretilen ve tüketilen temel besin kaynağı ekmeğin soframıza gelişi çokta kolay olmamıştır (Tanık 2006). Ekmek, insanoğlu tarihinin en eski ve en temel gıda maddesidir. Ekmeğin üretiminin ve tüketiminin cılalı taş devrine kadar dayandığı görülmektedir (Özgöz 2014). İlk ekmek, su ve tahıl ununun karıştırılmasıyla pişirilip defalarca denenmiş, MÖ 10.000 yıllarında veya geçmişte 12.000 yıldan daha uzun bir süre önce yapılmıştır. İnsanlar uzun süredir fırıncılık yapıyor olsalar da, tüm sürecin tespit edilmesi çok net değildir (Mondal and Datta 2008). O dönemlerden günümüze kadar ekmeğin önemi artarak halen daha devam etmektedir (Özgöz 2014). İlk insanlar su ile ıslatılan ve kendi haline bırakılan buğday tanesini sıcak taşlar üzerinde pişirdiklerinde tad ve lezzetinin hoş olduğunu keşfetmişlerdir (Tanık 2006).

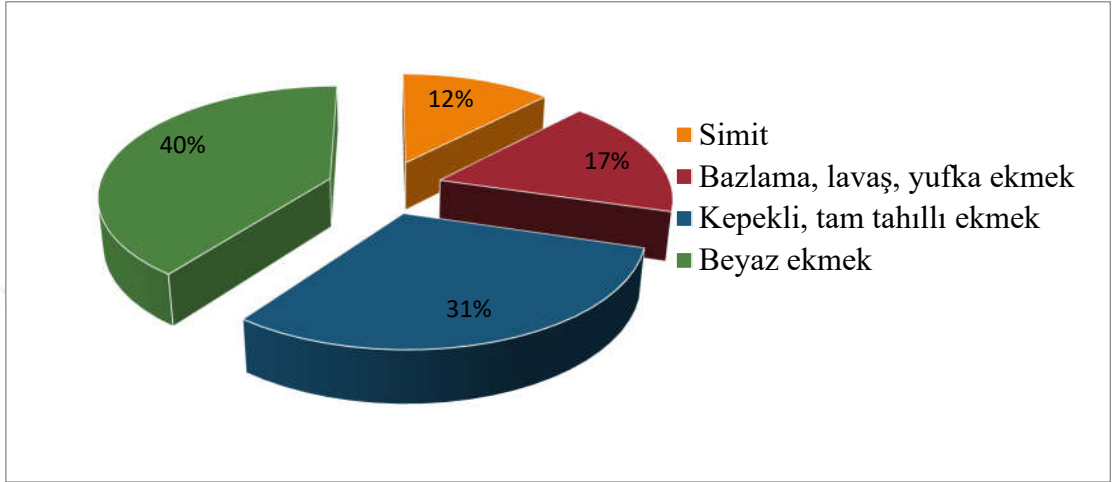
Yapılan araştırmalarda Babilliler'in MÖ. 4000 yıllarında özel fırınlar aracılığıyla ekmek pişirdiklerine ulaşılmıştır. Yine yapılan kazılar ile elde edilen bulgulara göre MÖ. 4300 yıllarında değirmencilik ve fırıncılık sanatının icra edildiği bilinmektedir. MÖ. 2600 yıllarında Mısırlılar, su ve buğday unu karıştırılmasıyla elde edilen hamura maya kattıklarında ekmeğin yapısının daha yumuşak ve kabarık olduğunun farkına varmışlardır (Tanık 2006).

Orta Avrupa ülkeleri ve diğer ülkelere ekmek daha sonraki zamanlarda güneyden yayılmıştır. 15. Yüzyılda Avrupalılar buğdaydan beyaz ekmek yapımına başlamışlardır fakat buğdaydan önce de çavdar gibi diğer tahıl ürünlerini kullanmışlardır (Tanık 2006).

Tarımda ve beslenmemizde önemli bir yere sahip olan tahıl ve tahıl ürünleri ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan tahıl ise buğdaydır. Buğday yüksek gluten (ekmeğin visko-elastik yapıya sahip olmasını sağlayan protein) içermesi nedeniyle tahıllar arasında en önemli yere sahiptir. Dünya da toplam 3000 buğday çeşidi bulunmaktadır. En fazla yetiştirilen buğday çeşidi, ekmeklik buğday olarak da bilinen "*triticum aestivum*" dur. Dünyada üretilen tahılın yaklaşık %30'u buğdaydır. Ülkemizde her yıl ortalama 20 milyon ton buğday üretilmektedir. Buğday öncelikli olarak un olmak üzere gıda sektörünün birçok alanında kullanılmaktadır. Yarı işlenmiş bir gıda ürünü olan buğday unu ise ekmeğin üretiminde kullanılan en temel bileşenlerden biridir (Kalkışım vd 2012).

Yeryüzünde en fazla ekmek tüketen toplumların başında ülkemiz gelmektedir. Ekmeğin ülkemizde beslenme açısından son derece önemli bir değere sahip olması; geleneksel beslenme alışkanlığı, nötr bir tada sahip olması, tok tutma özelliği, birçok yiyeceğe

taşıyıcı olabilmesi, kolay ulaşılabilmesi ile açıklanabilir (Elgün ve Ertugay 2011). Ülkemizde tüketilen ekmeğe bakıldığında yaygın olarak buğday unundan yapıldığı görülmektedir. Ancak yörelere göre yulaf, çavdar, mısır ve benzeri tahıllar ekmeğin üretiminde az da olsa kullanılmaktadır (Adnan vd 2017). Günlük enerjimizin yaklaşık olarak %50'sini ekmeğin ve tahıl mamulleri karşılamaktadır (Yücecan 1992). Şekil 1'de, Türk toplumunda yaygın olan ekmeğin türlerinin günlük enerji karşılama oranları gösterilmiştir.



Şekil 1. Türk toplumunda yaygın olan ekmeğin türlerinin günlük enerji karşılama oranları (Şanlıer 2012)

İnsanoğlunun vazgeçemediği bir besin olarak bilinen ekmeğin gerek geçmiş dönemlerde, gerekse günümüzde insan sağlığında önemli rol oynamaktadır. Ekmeğin insan sağlığı üzerine birçok olumlu etkileri bulunmaktadır (Özgöz 2014). Ekmeğin, vücuda ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlayan ve kan şekeri seviyesinin dengelenmesinde önemli bir rol oynayan mükemmel bir kompleks karbonhidrat kaynağıdır. Bu nedenle ekmeğin enerji sağlayıcı özelliğe sahiptir (Psaltakis 2002). Çoğu ekmeğin türü, düşük değerli, az yağlı bitkisel protein içerir. Ayrıca B vitaminleri, E vitamini, demir, potasyum, kalsiyum ve selenyum gibi eser elementler içerir. B vitamini protein metabolizmasına önemli ölçüde katkıda bulunur, E vitamini aktif bir antioksidanttır, demir büyüme için potasyum ise hücrelerin dengeli işlevi için gereklidir. Kalsiyum kemik yoğunluğuna katkıda bulunur ve selenyum güçlü bir antioksidandır (Andrikopoulos 2010).

Ekmeğin bileşenlerinden biri olan mayanın insan vücudu için hayati önem arz ettiği noktalar vardır (Özgöz 2014). Ekmeğin mayasında bulunan doğal bir besin kaynağı olan Beta-Glukan, bağışıklık sistemimizin savunmasını yapan beyaz kan hücreleri (akyuvarlar) üzerindeki özel yüzeylere tutunarak, bağışıklık sistemimizi aktif hale getirmesinden dolayı güçlü bir immün sistem destekleyicisidir. Ayrıca Beta-glukan, kan şekeri ve kolesterol düzeylerinin azalmasına katkıda bulunur, vücudumuzda hasar görmüş ve yıpranmış dokuların

iyileşmesine yardımcı olur ve antioksidan özelliktedir (Özgöz 2014). Bunlar ile birlikte ekmek, obezite gibi insan vücuduna olumsuz etkiler oluşturan çeşitli durumlarda rol oynar. Ekmek, ancak çok miktarda tüketildiğinde ve dengesiz beslenmenin bir parçası olduğunda obeziteye katkıda bulunur (Rodbotten *et al.* 2015). Ayrıca yüksek bir glisemik indeks değerine sahip olduğu için şeker ve insülin salgısını büyük ölçüde artırır ve obeziteye katkıda bulunur (Karnahoriti 2016). Ekmeğin içinde bulunan gluten, glutene duyarlı kişiler tarafından tüketildiğinde çölyak hastalığına neden olur. Bu hastalar arpa, çavdar, yulaf ve buğday gibi gluten içeren tahılları yemekten kaçınmalıdır (Kourkouta *et al.* 2017).

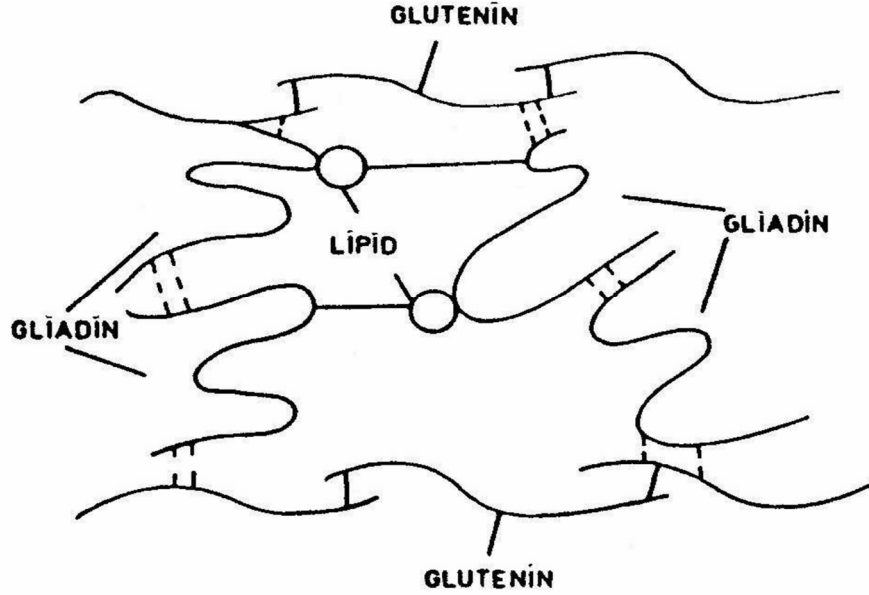
Ekmek hamuru en basit olarak; un, su, tuz ve mayanın homojen bir şekilde karıştırılıp, tekniğine uygun bir şekilde yoğrulup, fermentasyona bırakılması ve pişirilmesi ile elde edilen bir üründür (Anonim 2012a). Bu temel bileşenlere ilaveten ekmeğin teknolojik özellikleri üzerinde olumlu etkiler gösterebilecek ve olumsuz etkileri indirgeyebilecek, ekmek niteliklerini iyileştirmek amacıyla çeşitli katkı maddeleri de kullanılabilir (Çelik 2008). Formülasyon, mayalanma, şekil ve büyüklük, özgül hacim, kabuk ve ekmek içi özellikleri gibi faktörler sebebiyle dünyada üretilen pek çok ekmek tipi ve çeşidi bulunmaktadır. En çok bilinen tipleri, tam buğday ekmeği (kepekli ekmek), beyaz tava ekmeği, çavdar ekmeği, küçük ekmekler ve francala ekmeklerdir (Elgün ve Ertugay 2011).

Ekmek üretiminde temel bileşenler olan un, maya, tuz ve suyun işlevleri ve önemleri, şu şekilde açıklanmaktadır;

Un

Yarı işlenmiş bir gıda olan un; buğday, yulaf, arpa vb. hububatların çeşitli yöntemlerle öğütülmesi sonucu elde edilen tozlarıdır. Ekmeğin kalitesini doğrudan etkileyerek ekmeğe karakteristik özellik verir. Unun kompozisyonu proteinler, karbonhidratlar, lipitler, mineral maddeler, vitaminler, su ve enzimlerden oluşur. Bu kimyasal madde gruplarının her biri farklı işlev ve öneme sahiptir 1 Ülkemizde ekmek yapımında en yaygın kullanılan un, buğday unudur. Ekmek yapımında kullanılacak olan unun yeterli olgunlukta olması istenir (Coşkuner 2003; Elgün ve Ertugay 2011).

Unun olgunlaştırılması esnasında un proteinleri (gluten) ve lipit maddeleri arasında gerçekleşen bazı kimyasal olaylar sonucunda, ekmeklik kalitesi iyileşerek hamurun gaz tutma kapasitesi de artmaktadır (Coşkuner 2003; Elgün ve Ertugay 2011).



Şekil 2. Glutenin ve gliadin proteinleri ile lipidlerin interaksyonu (Dizlek 2012).

Buğday ununda bulunan temel protein glutendir. Gluten içerisinde bulunan gliadin ve glutenin aminoasitleri hamura visko-elastik yapıyı kazandırır. Glutenin ve gliadin suda çözündüklerinde farklı özellikler gösterirler. Gluten lastiksi, gliadin ise viskos ve yapışkan özellik göstermektedir (Özgöz 2014). Gliadin ve gluteninin birleşmesiyle meydana gelen gluten, hamurun ince açılmasını ve gaz tutmasını sağlar (Ergönül 2007). Aynı zamanda gliadin ve glutenin proteinleri, hamurun yoğrulması esnasında özü meydana getirmektedirler (Hoseney 1983). Buğday ununun bileşiminde bulunan karbohidratlardan en önemli olanı nişastadır ve unun %65-70'ini oluşturmaktadır. Nişasta, amilopektin ve amiloz olmak üzere iki farklı fraksiyondan oluşmaktadır (Ercan ve Velioğlu 1990). Lipitler buğday ununda az miktarda bulunmalarına rağmen ekmek kalitesi ve hacmi üzerinde önemli etkiye sahiptirler (Özgöz 2014).

Maya

Ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisia*) hamurdaki basit şekerleri fermentasyona tabii tutar. Fermentasyon sonucu oluşan CO₂ ekmek hacmini oluşturur, oluşan diğer maddeler ise hamura aroma vererek olgunlaşmasını sağlar (Kalkışım vd 2012). Ekmekçilikte yaygın olarak preslenmiş yaş maya ve aktif kuru maya kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay 2011).

Ekmek mayası kendine özgü tatta olmalı, içerisinde yabancı madde bulunmamalı, kötü kokulu ve yapısı bozulmuş olmamalıdır (Çelik 2008).

Tuz

Ekmek yapımında kullanılan tuz, genel anlamda Na ve Cl elementlerinden oluşan beyaz kristal bir maddedir (Kalkışım vd 2012). Ekmekçilikte kullanılan tuzda istenilen başlıca özellikler şunlardır: fiziksel olarak parlak, beyaz ve temiz olması, suda çözünürlüğünün yüksek olması, istenmeyen mineralleri (bakır, demir vb.) içermemesi, yabancı madde bulundurmaması gerekmektedir. Tuzun hamur ve ekmek üzerine etkileri: ekmeğe tat vermesinin yanında gluteni yumuşatıcı etkiye sahip olan proteazların aktivitesini azaltarak glutenin yumuşamasını engeller, fermentasyon esnasında gaz oluşumunu ve mayanın çalışmasını düzenler, hamur stabilitesini, hamurun işlenebilirlik özelliğini ve ekmek hacmini artırır, homojen ve ince gözenekli içyapı oluşturur, ekmeğin raf ömrünü uzatır (Blanshard *et al.* 1988; Elgün ve Ertugay 2011; Anonim 2012b).

Su

Hamur kitlesinin yaklaşık %40'ını oluşturan su hamurda diğer bileşenlerin karışmasını ve hamura istenilen viskoelastik yapıyı sağlayan ayrıca nihai ürün kalitesini etkileyen bir bileşendir. Ekmeğin kalitesini bu denli etkileyen ve miktarının tespit edilmesi zor olan başka bir faktör yoktur (Kalkışım vd 2012). Yapılan birçok çalışmada yüksek su içeriğinin kabarcıkların büyük olmasına yol açtığı gibi bu kabarcıkların düzensiz dağılımına neden olarak ekmeğin kalitesini olumsuz etkilediği saptanmıştır. Su içeriği ile birlikte su sertliği de hamur reolojik özelliklerini ve ekmek kalitesini etkilemektedir (Stefan *et al.* 2015). Ekmek yapımında kullanılan en uygun su orta sertlikteki sulardır. Sertlik; kalsiyum ve magnezyum iyonlarının, CaCO_3 cinsinden toplam konsantrasyonları olarak belirtilir. Sert sularda, genellikle Mg ve Ca'un bikarbonatları, sülfatları ve klorürleri hesaba alınır. Mg ve Ca tuzlarından başka, Fe ve Al'un suda eriyen tuzları da suyu sertleştirirler (Saurina *et al.* 2002). Sularda sertlik, geçici ve kalıcı sertlik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Geçici ve kalıcı sertlik birlikte toplam sertliği ifade etmektedir (Boysan ve Şengörür 2009). Sert sular; hamur fermentasyon süresini uzatıcı etkisinden ve gluteni sertleştirerek viskoelastik özelliğini azalttığından tercih edilmez. Bu özellikteki sular kullanıldığında hamurdaki olumsuz etkilerini azaltmak için maya miktarı artırılmalı ve hamura katılan maya gıdası azaltılmalıdır. Sert suların kullanılarak yapıldığı ekmeklerin hacmi küçük, ekmek içi özellikleri ise kötüdür. Yumuşak sular; hamur glutenini kuvvetlendiremediğinden dolayı gluteni yumuşatır (Kalkışım vd 2012).

Bu durumun sonucunda yapışkan, yumuşak, gaz üretimi normal, ancak gaz tutma kabiliyeti düşük hamurlar elde edilir. Bu nedenlerden dolayı ekmek üretiminde tercih edilmezler. Eğer ekmek yapımında yumuşak sular kullanılacaksa una katılacak su miktarı %2

oranında azaltılmalı ve hamur fermentasyon süresi de biraz kısaltılmalıdır. Kısacası; ekmek yapımında kullanılacak su, orta sertlikte [125-250 ppm CaCO₃ (mg/L)] içilebilir nitelikte, temiz ve berrak olmalıdır (Kalkışım vd 2012).

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre suların sertlik dereceleri; yumuşak sular (0-60 CaCO₃ mg/L), orta sert sular (60-120 CaCO₃ mg/L), sert sular (120-180 CaCO₃ mg/L) ve çok sert sular (180 ve üstü CaCO₃ mg/L) olacak şekilde sınıflandırılmıştır (Anonymous 1970).

Ekmek Hamuruna Malt İlavesi

Hububat maltları, unun amilolitik aktivitesini düzenlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Malt elde etmek için arpa, buğday ve çavdar hububatları kullanılmaktadır. Bu hububatlar içerisinde arpa, harmandan sonra kavuzu üzerinde bulunan tek hububattır. Arpanın kavuzu ticari malt yapımı işleminde ıslanmış tanenin çimlenmesini sağlar ve taneyi dış etkenlerden korur. Bu sebeple arpa en yaygın malt yapım materyali olarak tercih edilmektedir (Finney *et al.* 1979).

Hububat maltlarının tercih edilme sebepleri şunlardır; Fermentasyonda gaz üretim gücünü artırır, artan dekstrinleşme sonucu meydana gelen suda eriyebilir dekstrinlerin ve şekerlerin ekmek dış yüzeyinde yüksek sıcaklık ile karşılaşarak karamelizasyon ve melanoidin reaksiyonu sonucu kırmızı ve parlak renk pigmentasyonuna sebep olarak ekmeğin kabuk rengini geliştirirler, ekmeğe iyi bir tat ve aroma kazandırır, ekmek içi nemini artırarak bayatlamayı geciktirirler. Ayrıca hububat maltları içerdikleri fitaz enzimi ile fitatları ve fitik asidi parçalayarak; vücuttaki demir, çinko gibi minerallerin emilimini engellerler. Hamurun işlenme özelliklerini düzeltirler (Pyler 1979).

Malt unu değirmende öğütme esnasında ilave edilebildiği gibi fırında hamur formülasyonuna da katılabilir (Ertugay 1983). Hububat maltlarının kullanımında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, ilave edilecek miktarların çok dikkatli ayarlanmasıdır, aksi takdirde ciddi kalite sorunlarına neden olabileceği belirtilmektedir. Bu sorunlar ise; ekmek içi yapısının sıkı ve sert olması, amilaz enzimlerinin varlığı ile artış gösteren proteolitik aktivitenin proteinlerin parçalanmasına sebep olarak hamur oluşumunu engellemesidir (Yılmazaslan 2008).

KAYNAK ÖZETLERİ

Ekmek, fırında pişirilerek hazırlanan cıvalı taş devri döneme ait temel bir besin maddesidir. Ekmek, besinlerle dolu bir gıda maddesidir ve günlük beslenmemizin temel ihtiyacı olarak devam etmektedir. Bu çalışmada ekmeğin günlük beslenme zincirimizdeki yararlılığının araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için literatürde kapsamlı bir inceleme yapılmıştır. Ekmeğin vücudun karbonhidrat ihtiyacını sağlayan mükemmel bir besin kaynağı olduğu sonucuna varılmıştır. Dengeli olarak tüketildiğinde vücut için gerekli besin maddelerin çoğunu karşılamaktadır (Kourkouta *et al.* 2017).

Ekmek hamurunun oluşumunda un ve su temel bileşenlerdir. Suyun sertlik derecesi fırıncılık teknolojisinde önemli bir rol oynar. Genellikle 5-10 °D (Alman sertlik derecesi) sertliğe sahip sular tercih edilir ancak bazı durumlarda gluten özelliklerine bağlı olarak 10-20 °D sertlikteki sular da tercih edilmektedir. Bu çalışmada hamurun reolojik özelliklerini tespit etmek için FA 650 un tipi (beyaz un), farklı sertlik derecelerinde dört çeşit su numuneleri kullanılarak, Brabender Farinograph-E modeli ile AACC 54-21 standart metoduna göre ölçümler yapılmıştır. Suyun sertliğinin hamurun reolojik özelliklerini, stabilitesini, karıştırma davranışını ve FQN (Farinograph Quality Number) indeksini etkilediği görülmüştür. Ek olarak su sertliğinin hamurun yoğrulma süresini uzattığı için toplam enerji tüketimini etkilediği gözlemlenmiştir. Sertliği gittikçe artan sudan yapılan hamur, stabilitesini daha uzun bir süre korur (stabilite değeri daha yüksektir – 6,5 dakikadan 9,4 dakikaya kadar). Su sertliği arttıkça FQN arttığı için hamur normal kıvamını daha uzun süre koruyabilir. 5-48 °D arası sertlik dereceleri için, yumuşama derecesi 7-20 birim azalır ve FQN indeksi 56'dan 86 FU'ya yükselir. Ayrıca, su pH'ı ile farinograf parametre değerleri arasında bir ilişkinin olabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Stefan *et al.* 2015).

Temel bir bileşen olan su, pişirme ve pişirme sürecinde çok önemlidir. Ürünlerin pişirme süreçlerinde çok sayıda işlevi vardır. Menşei ne olursa olsun, su, pişirme işlemlerinde kullanılmak üzere içilebilir nitelikte olmalıdır. Bu çalışmada dört farklı marka olmak üzere: Arnavutluk ülke kaynak suyu, Lajthiza, Tepelena ve Trebeshina yert altı suları kullanılmıştır. Su kalitesi ile ilgili üç faktör dikkate alınması gerekir: tat, içerdiği kimyasal maddeler ve mineral içeriğidir. Sudaki alışılmadık tat veya kötü koku son ürünün özelliklerini değiştirebilir. Suyun yapısında bulunan klor, fermentasyon sırasında hamur kalitesini olumsuz etkiler. Doğal bir mikroorganizma olan maya klora duyarlıdır. Ayrıca yüksek miktardaki klor,

unun işlevini etkileyerek enzimlerin çalışmasını kısıtlar. Suyun mineral içeriği suyun sertlik derecesini ve yumuşaklığını belirler (Sinani *et al.* 2014).

Sert su fazla miktarda, yumuşak su ise az miktarda mineral içermektedir. Sonuç olarak fermentasyon ortamındaki bir değişiklik hamuru daha güçlü veya daha zayıf hale getirerek reolojik özelliklerini etkileyecektir (Sinani *et al.* 2014).

Yapılan bir çalışmada ekmek üretiminde kullanılan farklı su (%61-65), tuz (%0-3,6), instant aktif kuru maya (%0,5-1,1), katkı maddesi (%0-0,8) ve şeker (%0-6) seviyelerinin ekmek kalite parametreleri üzerine olan etkileri, iki tip ekmek makinesi kullanılarak araştırılmıştır. Formülasyondaki su miktarının ve katkı seviyelerinin arttırılmasıyla üretilen ekmeklerin özgül hacim değerleri artmış; tuz, maya ve şeker ilavesiyle bir seviyeye kadar artış sonra düşüş gözlenmiştir. Bileşenlerin miktarlarının değişmesiyle de ekmeğin iç, dış renk değerleri, oran sayısı ve şekil faktörü gibi gözenek özellikleri değişmiştir (Doğan ve Yıldız 2009).

Su sertliğine magnezyum ve kalsiyum iyonları sebep olur. Doğal sularda en sık rastlanan magnezyum (Mg^{+2}) ve kalsiyum (Ca^{+2}) iyonlarının sebep olduğu sertlik toplam sertlik olarak bilinir. Genelde halk arasında sert su tercih edilmez. Sert sular sağlığa zararlı değildir. Sert sular, sabunun köpürmesini azalttığından dolayı kazan taşları oluşumuna sebep olur ve bu yüzden endüstriyel proseslere zarar verir. Bunların yanı sıra sert suların sağlık üzerinde olumlu etkileri de vardır. Su sertliğinin neden olduğu olumlu ve olumsuz etkiler doğru değerlendirilmelidir (Boysan ve Şengörür 2009).

Yapılan bir başka çalışmada buharda pişirilmiş ekmek üretiminde kullanılan suyun özellikleri hakkında teorik bilgi vermektir. Bu çalışma doğrultusunda, su sertliği, su içeriği, su sıcaklığı ve buharda pişirilmiş ekmeğin kalitesindeki suyun pH değeri gibi farklı özellikler analiz edilmiştir. Çalışma sonuçları, iyi kalitede buharda pişirilmiş ekmek üretmek için su içeriği %46, su sertliği %1 ve su pH değerinin 6 olması ve su sıcaklığının 25-35°C arasında olması gerektiğini göstermiştir. Bu çalışmada su özelliklerinin birçok faktörü etkileyebileceği görülmüştür. Bu faktörler maya aktivitesi, enzimlerin aktivitesi, hamurun reolojik özellikleri ve buharda pişirilmiş ekmeğin bazı kalite kriterleridir (He and Lu 2014).

Yapılan bir çalışmada, dondurulmuş hamurdan yapılan ekmekte kullanılan suyun eklenme seviyesi, sertlik derecesi ve pH değerinin ekmek kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Buharda pişirilmiş ekmeğin tüm analiz sonuçları tek faktör deneyi ile değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Buharda pişirilmiş ekmek hamurunda kullanılacak suyun optimum pH değeri 5, ekleme seviyesi 45 mL/100g ve sertlik 100 mg/L'dir (Yuru and Xianlun 2011).

Özgül hacim için en iyi formülasyonun pH değeri 6, ekleme seviyesi 45 mL/100g ve sertlik 50 mg/L olan sudur; en iyi renk değeri için formülasyon pH değeri 6, ilave seviyesi 44 mL/100g ve sertliği 100 mg/L; en iyi yüzey yapısı için formülasyon pH değeri 6, ekleme seviyesi 44 mL/100g olan sudur ve sertlik 100 mg/L'de ve yumuşaklık için en iyi bileşimsel formülasyon pH 5 değerinde, ekleme seviyesi 45 mL/100g'de ve sertlik 100 mg/L'de sudur (Yuru and Xianlun 2011).

Yapılan bir çalışmada, düşük seviyeli NaCl ortamında yapışkan hamur oluşumunu etkileyebilecek temel şartları ve bunlardan kaçınmaya yardımcı olmak için kullanılan yöntemleri araştırılmıştır. Ekmek ve diğer tahıl ürünleri beslenmemizdeki toplam sodyum alımının yaklaşık % 30'unu oluşturur. Bu nedenle kullanımını önemli ölçüde azaltmak için çalışmalar yapılmaktadır. Ancak, tuzun azaltılmasıyla, önemli işleme ve teknolojik sorunlar ortaya çıkabilmekte ve düşük kaliteli ürünler oluşturan yapışkan hamurlar gözlenmektedir. Kuvvetli gluten ağının oluşumunda NaCl varlığı çok önemli bir rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra, düşük NaCl seviyeleri, hamur içindeki su hareketliliği üzerine etki ederek zayıf bir gluten ağı oluşuma katkı sağlamaktadır (Avramenko *et al.* 2018).

Bu araştırma malt unu, yulaf unu, çavdar unu, patates unu ve soya unu katkılarının protein oranı, düşme sayısı, Zeleny sedimentasyon değeri, alveograf W değeri, yumuşama derecesi, strech değeri, renk değeri, spesifik hacim ve duyu analizler açısından ekmek kalitesi ve mikrobiyal bozulma üzerine etkilerini incelemiştir. Genel olarak zeleny sedimentasyon ve düşme sayısı değeri hariç, protein oranı, alveograf W değeri, strech değeri, yumuşama derecesi, renk ve spesifik hacim değeri yönünden soya, patates, yulaf, çavdar ve malt doğal katkıları ekmekte kaliteyi olumlu yönde etkilediği ortaya çıkmıştır. Soya unu, patates unu, yulaf unu, çavdar unu, malt unu gibi doğal katkıların ekmeklik kalitesinin artmasına sebep olmaktadır. Patates unu ve soya unu doğal katkıları hem ekmeklik kalitesinin artırılması hem de damak tadı açısından tavsiye edilebilir uygulamalar olarak ortaya çıkmaktadır (Yılmazaslan 2008).

MATERYAL VE METOT

Materyal

Ekmek üretimi için ekmeklik buğday unu, piyasadan temin edilen tuz ve yaş maya, 3 farklı sertlikte su orta sert su (75 ppm CaCO_3 mg/L), sert su (150 ppm CaCO_3 mg/L), çok sert su (300 ppm CaCO_3 mg/L) ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarlarında elde ettiğimiz arpa malt unu kullanılmıştır. Arpa malt unu yapımı için piyasadan temin edilen kavuzlu arpa laboratuvar ortamında uygun şartlarda çimlendirilerek alfa amilaz enzim aktivitesine yükseltilmiş sonra kurutulup değirmende öğütülmüş ve un haline getirilmiştir.

Yöntem

Suda yapılan analizler

pH

pH metre elektrotları saf su ile yıkanıp ve kurulama kâğıdı ile dikkatlice kurulanmıştır. pH= 7,0'a ayarlı tampon çözelti ve sıcaklığa göre pH metre kalibre edilmiştir. pH metrenin ayarlanmasından sonra elektrotlar tekrar saf su ile yıkanmıştır. Saf sudan geçirilmiş behere numune sudan alınıp ve elektrotlar dikkatlice pH'sı ölçülecek suya daldırılmıştır. pH değerinin sabitlenmesi için bir süre beklenmiş ve pH metre skalasındaki rakam okunup kaydedilmiştir (Anonim 2012c).

Su sertliği

Ekmek yapımında kullanılacak olan suyun sertlik dereceleri sertlik ölçüm cihazı (MD 100) kullanılarak yapılmıştır. 24 mm'lik küvete önce 9 mL demineralize su doldurulup, üzerine 1 mL numune eklenmiştir ve küvet kapatılmıştır. Numune küveti ölçüm haznesine koyulup metot başlatılmıştır. Daha sonra HARDCHECK P tablet ilave edilerek çubuk yardımı ile küvet içerisinde hafifçe döndürülerek ezilmiştir. Küvet kapatılarak içerisindeki tablet suda çözününceye kadar çalkalanmıştır. Numune küveti ölçüm haznesine yerleştirildikten sonra ölçüm yapılmış ve toplam sertlik miktarı otomatik olarak belirlenip kaydedilmiştir.

75 ppm CaCO_3 mg/L sertliğindeki su örneği piyasadan temin edilmiştir. 150 ppm CaCO_3 mg/L sertliğindeki su örneği ise Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarlarında bulunan su yumuşatma

cihazından elde edilen yumuşak su kullanılarak 300 ppm CaCO₃ mg/L serlikteki su örneği ile paçal yapılarak elde edilmiştir. 300 ppm CaCO₃ mg/L sertliğindeki su örneği de Erzurum'un Yakutiye ilçesinden temin edilmiştir.

Unda yapılan analizler

Nem

Nem miktarı tayininde un örnekleri yaklaşık 8-10 gram tartılarak 105-110 °C sıcaklığa ayarlanmış kurutma dolabında 4 saat kurutulduktan sonra desikatörde soğutularak sabit tartım elde edilinceye kadar tartılmıştır (Kotancılar 2015).

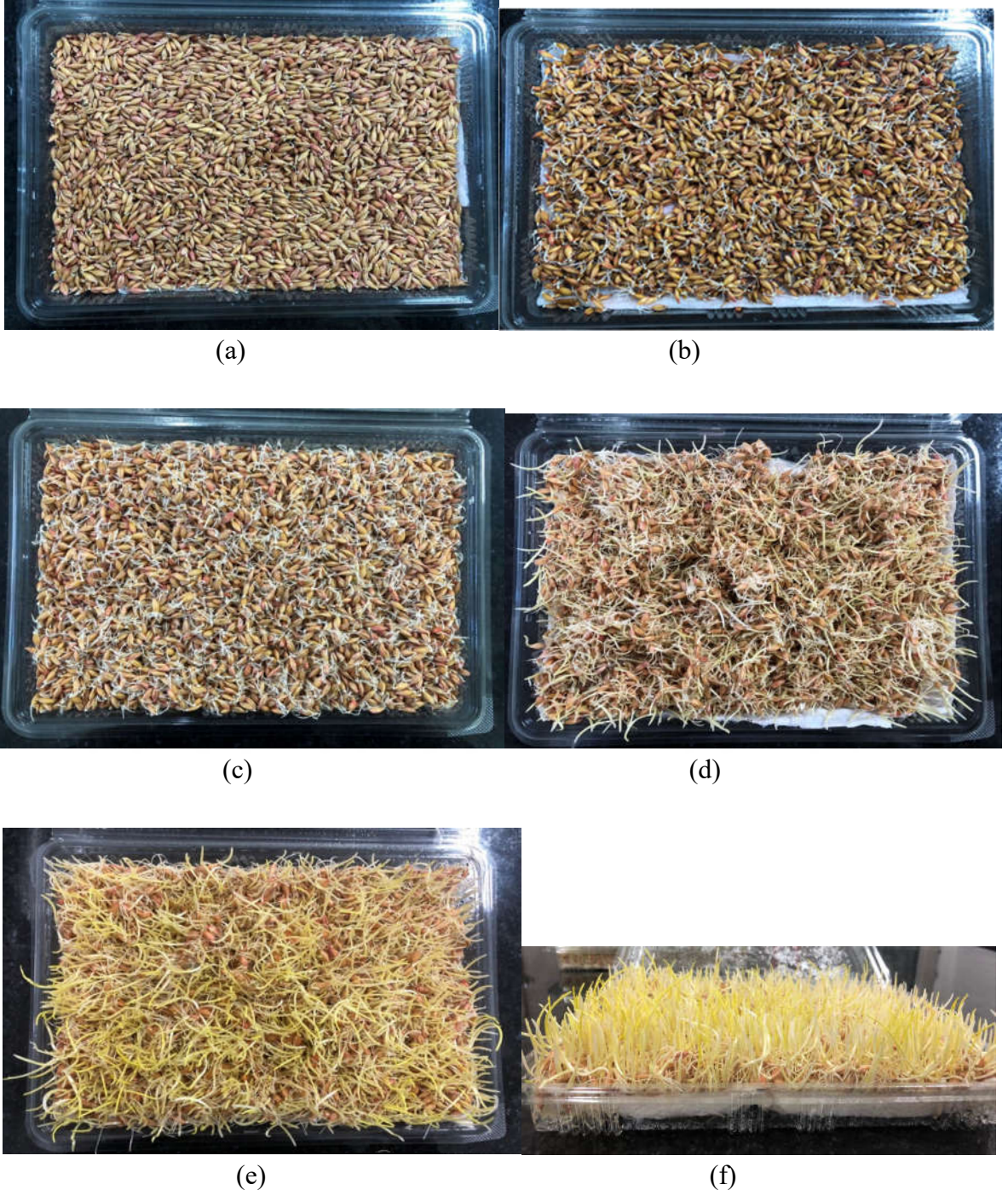
Düşme sayısı (Falling Number)

Denemede kullanılacak malt ununun düşme sayısını belirlemek için Falling Number test ekipmanı kullanılmıştır. Vizkozimetre tüplerinin her birine %14 nem esasına göre 7'şer gram örnek konulduktan sonra tüplerden birine %1 oranında malt unu ilave edilmiştir. Daha sonra tüplerin üzerine 25 mL 20 °C saf su ilave edilerek ağızları tıpa yardımıyla kapatılarak hızlı bir şekilde eşit zaman aralığında 20-30 kez kuvvetlice çalkalanmıştır. Tıplar çıkarılarak karıştırıcı ekipman ile tüpün cidarlarına yapışmış olan kalıntılar tüpün içerisine eklenmiştir. Vizkozimetre tüpleri karıştırıcı ile birlikte 100 °C ayarına gelmiş olan su banyosu içerisine yerleştirilerek okuma işlemine başlanmıştır. İşlem sonunda elde edilen değerler ise kaydedilmiştir (Elgün vd 2015).

Arpa malt unu üretimi

Arpadan malt unu üretimi için Erzurum piyasasından kavuzlu arpa temin edilmiştir. Arpaların çimlenmeye başlaması ve tane içerisinde gerekli biyokimyasal gelişmelerin meydana gelmesi için gerekli su içeriğine sahip olması gerekmektedir, bundan dolayı ilk olarak arpalara ıslatma işlemi yapılmıştır. Islatma işlemi için öncelikle el ile temizlenmiş arpalar 5-6 saat aralığında su içerisinde bırakılmıştır. Daha sonra bir süzgeç yardımı ile sulu ortamdan çıkarılan arpalar ince bir tabaka halinde plastik ağzı kapaklı kaplara tabanına kağıt havlu koymak suretiyle yerleştirilmiştir. İnce tabaka halinde serili olan arpalar küf ve mantar oluşumunu engellemek amacıyla Antracol WP 70 marka fungusit ile muamele edilmiştir. Plastik kaplara yerleştirilen arpalar oda sıcaklığında karanlık ortamda çimlenmeye bırakılmıştır. Çimlenmenin oluşumuna kadar her gün arpalar su ile bir fıskiye yardımıyla ıslatılmıştır. Çimlenmenin tamamlanmasının sonunda arpalar oda sıcaklığında 3-4 gün içerisinde kurutulmuştur. Kurutulan taneler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda

Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarlarında değirmen yardımı ile öğütülerek un haline getirilmiştir.



Şekil 3. Arpa tanelerinin çimlendirilmesi a)Arpalarının çimlendirilmesinde birinci gün b)Arpaların çimlendirilmesinde ikinci gün c) Arpaların çimlendirilmesinde üçüncü gün d)Arpaların çimlendirilmesinde dördüncü ve beşinci gün e) ve f)Arpaların çimlendirilmesinde altıncı gün ve yedinci gün

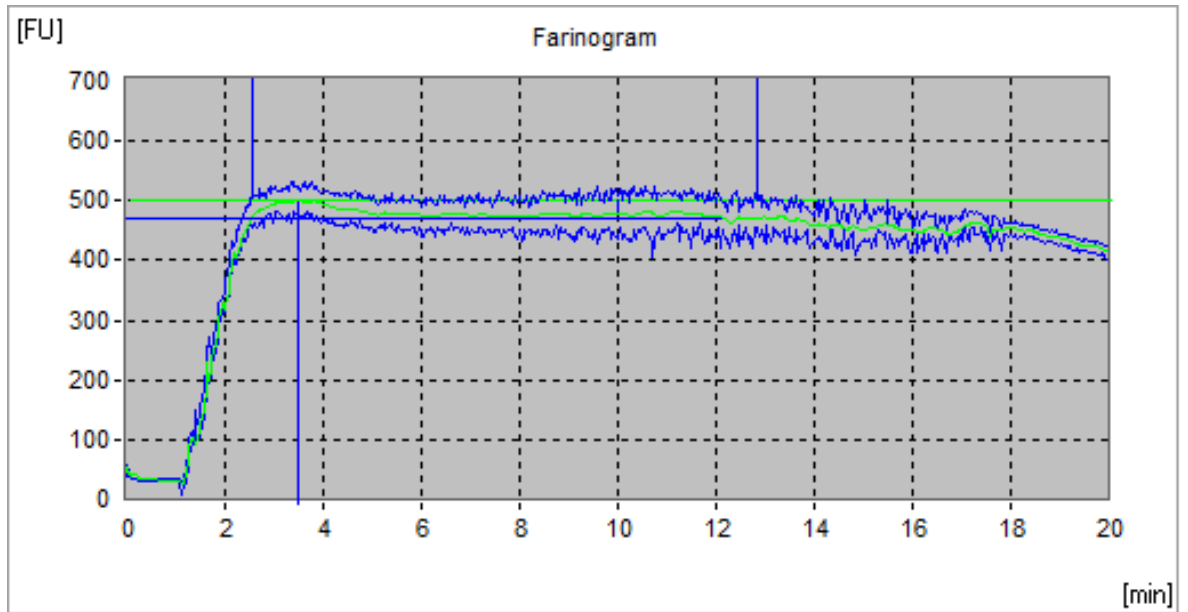
Hamurda yapılan analizler

Hamurun farinograf ve ekstensograf ile belirlenen reolojik özellikleri modifiye edilerek Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri

İşleme Laboratuvarlarında belirlenmiştir. Üretimde 3 farklı sertlikte su; orta sert su (75 ppm CaCO_3 mg/L), sert su (150 ppm CaCO_3 mg/L), çok sert su (300 ppm CaCO_3 mg/L) 2 farklı seviyede malt unu (%0, %0,4), 3 farklı seviyede maya (%0, %1,5, %3), 2 farklı seviyede tuz (%0, %1) kullanılmıştır.

Farinograf

Farinograf analizi için Brabender Farinograf aleti kullanılmıştır. Farinograf testine başlamadan en az 30 dakika önce termostat 30°C 'ye ayarlanmış ve cihazların 30°C 'ye kalibre edilmeleri sağlanmıştır. İlk olarak cihazın haznesine %14 nem esasına göre 300 gram un tartılarak yerleştirilmiştir. İkinci aşamada farinograf aletine bağlı olan otomatik bürete su haznesinden 30°C sıcaklıktaki sertliği istenilen ölçüde olan su doldurulmuştur. Daha sonra su eklenmeden önce cihaz yavaş devirde 1 dakika çalıştırılarak unun sıcaklığı 30°C 'ye gelmesi sağlanmıştır. Cihaz hızlı devire alınarak, su ilavesi farinogram kurvesi 500 FU çizgisinde sabitlenene kadar 25 saniye içerisinde bir defada verilmiştir. Bu şekilde su kaldırma kapasitesi tespit edilmiştir. Tespit edilen su miktarı ilave edilerek, hamurun hazne kenarlarına yapışması ve toplanması bir spatul yardımıyla engellenmiş, 20 dakika sonunda test bitiminde sonuçlar kaydedilmiştir. Bu şekilde % su absorpsiyonu, hamur gelişme süresi, hamur stabilitesi, farinograf kalite numarası (FQN), yumuşama derecesi (12. Dakika), yumuşama derecesi (20.dakika) ve MTI (Mixing Tolarence Indeks) değeri belirlenmiştir (Elgün vd 2015; Yaşasın 2020).



Şekil 4. Farinogram grafiği

% Su Absorbsiyonu: Farinogram grafiğini çizdirirken 500 FU hamur konsistensini sağlamak için gerekli su yüzdesini ifade etmektedir (Elgün vd 2015).

Hamur Gelişme Süresi (Dough Development Time): Kurvenin başlangıcı ile tepe noktasına ulaşması arasında geçen süre yani hamurun maksimum konsistense ulaşma süresini ifade etmektedir (Elgün vd 2015).

Hamur Stabilesi: Kurvenin tepesinin kalıcı olarak 500 FU çizgisinin altına düşene kadar geçen süreyi temsil etmektedir (Elgün vd 2015).

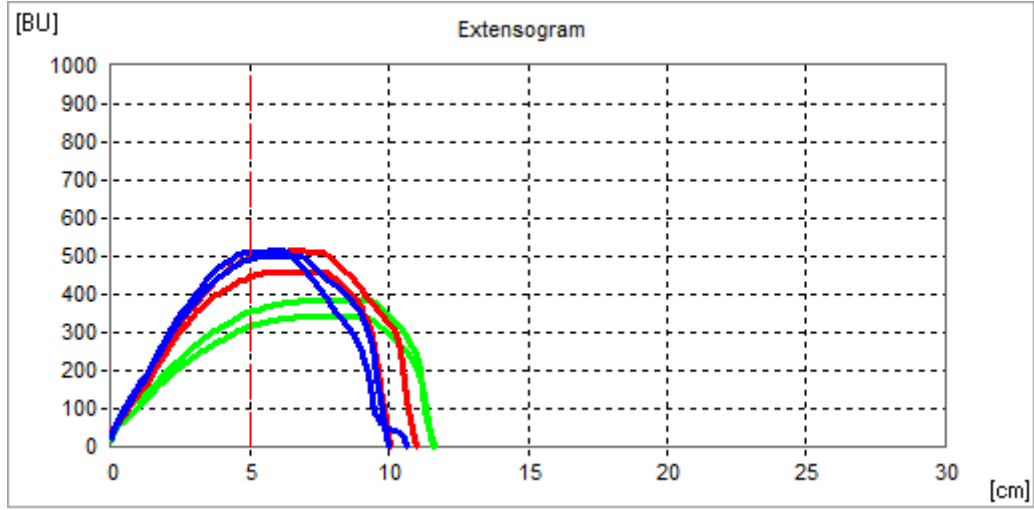
Farinograf Kalite Numarası (FQN): Oluşan 500 FU konsistens çizgisinden kurvenin başlangıcından itibaren 30 FU aşağı düştüğü süredir (Yaşasın 2020).

Yumuşama Derecesi (12. ve 20.dakika): Gelişme süresinden 12 dakika ve 20 dakika sonra tutarlılık çizgisi ile tork eğrisinin orta çizgisi arasındaki farkın FU cinsinden değeridir (Elgün vd 2015).

Yoğurma Tolerans İndeksi (MTI, Mixing Tolerance Index): Kurvenin tepe noktası ve tepe noktasından 5 dakika sonra aradaki farkın FU cinsinden değerini belirtmektedir (Elgün vd 2015).

Ekstensograf

Ekstensograf analizi için Brabender Ekstensograf aleti kullanılmıştır. Ekstensograf testine başlamadan en az 30 dakika önce termostat 30°C'ye ayarlanmış ve cihazların 30°C'ye kalibre edilmeleri sağlanmıştır ve hamur yoğurulmaya başlamadan en az 15 dakika önce de ekstensograf dinlendirme kabinlerinde bulunan kaplara nem sağlamak amacıyla ortama bir miktar su konulmuştur. Ekstensograf testi için ilk olarak farinograf yoğurucusuna %14 nem esasına göre un, formülasyonda belirtilen oranlarda tuz ve/veya maya ve/veya malt unu tartılmıştır. Farinograf denemesinde elde edilen ve reçetede belirtilen sert/orta sert/çok sert su absorpsiyonun %2 eksiği ilave edilerek (25 saniyede tek seferde) hızlı devirde 1 dakika hamur yoğurulmuştur. Daha sonra yoğurucu haznenin kapağı kapatılarak hamur 5 dakika dinlendirilmiştir. Bu dinlendirmenin sonunda alet hızlı devire alınarak farinograf denemesinde elde edilen gelişme süresi kadar hamur yoğurulurken aletin bu sırada 500 FU'ı ortalaması sağlanıp gerekirse su ilavesi yapılarak işlem tamamlanmıştır. Oluşan hamurlar 150 gramlık iki eşit parçalara ayrıldıktan sonra aletin şekil vericisinde önce yuvarlak, daha sonra silindirik hale getirilerek dinlendirme kabinine konulmuştur. İlk olarak 45 dakika dinlendirilen hamurlar alete konularak kurve çizdirilmiştir. Bu işlem 90 ve 135 dakika sonundada tekrar yapılmıştır. Bu test sayesinde de hamur enerjisi, hamur mukavemeti (R_5), uzama kabiliyeti, maksimum direnç (R_{max}) ve oran sayısı belirlenmiştir (Elgün vd 2015).



Şekil 5. Ekstensogram grafiği

Hamur Enerjisi: Paralellerin kurvelerin altında kalan sahanın alanını temsil etmektedir ve cm^2 cinsinden ifade edilmektedir (Elgün vd 2015).

Hamur Mukavemeti (R_s): Kurvenin yükselmeye başladığı noktadan itibaren 5 cm sonra kurveden okunan değerdir. EU cinsinden ifade edilmektedir (Elgün vd 2015).

Uzama Kabiliyeti: Grafikte uzamanın başladığı noktadan, hamurun koptuğu noktaya kadar olan ortalama taban uzunluğudur. E ile gösterilmekte ve mm cinsinden ifade edilmektedir (Elgün vd 2015).

Maximum Direnç ($R_{\max}$): Kurvelerin tepe noktalarına tekabül eden konsistens değerinin ortalamasıdır ve EU cinsinden ifade edilmektedir (Elgün vd 2015).

Oran Sayısı: Hamur mukavemetinin uzama kabiliyeti değerine oranıdır (Elgün vd 2015).

Ekmeğin üretimi

Ekmeğin üretimi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarlarında doğrudan hamur yapma tekniğine uygun olarak yapılmıştır. Üretimde 3 farklı sertlikte su; orta sert su (75 ppm CaCO_3 mg/L), sert su (150 ppm CaCO_3 mg/L), çok sert su (300 ppm CaCO_3 mg/L), 2 farklı seviyede malt unu (%0, %0,4), 2 farklı seviyede maya (%1,5, %3), 2 farklı seviyede tuz (%0, %1) kullanılmıştır.

Üretimde %14 nem esasına göre 300 gram un, formülasyonlarda belirtilen oranlarda maya, tuz ve farinograf denemelerinde elde edilen su absorpsiyonu kadar su kullanılmıştır. Yoğurma işleminde 1 kg un kapasiteli Stephan (UM 5) marka yoğurucu kullanılmıştır. Hamur, yavaş devirde 1,5 dakikalık yoğurma işlemine tabi tutulduktan sonra 160 gram kütleler halinde kesilerek işlenmiş ve yuvarlak haline getirilmiştir. Daha sonra nisbi rutubeti

%75-80 ve sıcaklığı 30 °C olan fermentasyon kabiniinde 30 dakika boyunca ana fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon kabiniinden çıkarılan hamurlara açılıp katlanarak havalandırma işlemi uygulanmış ve sonrasında 30 °C’de 30 dakika daha %75-80 nisbi rutubette fermentasyona tabi tutulmuştur. Daha sonra hamurlar çıkarılarak el ile şekillendirme işlemi yapıp tavalara yerleştirilmiştir. Hamurlar %90 nisbi rutubet, 30 °C sıcaklıkta prof yüksekliğine kadar yaklaşık 30-40 dakika daha son fermentasyona bırakılmıştır. En sonunda ise 225 °C’de 25 dakika taş tabanlı fırında pişirilmiştir (Elgün vd 2015).

Pişirilen ekmekler, tavalardan çıkarıldıktan sonra ekmek tabanının nemlenmemesi için tel ızgaralar üzerinde 1 saat soğutulduktan sonra polietilen ambalajlara konularak analiz yapılana kadar laboratuvar ortamında bekletilmiştir (Elgün vd 2015).

Ekmekte yapılan analizler

Ekmek kütlesinin ölçülmesi

Ekmekler fırından çıkarılıp bir saat süre ile soğutularak tartılmış ve kütleleri gram (g) cinsinden belirlenmiştir (Elgün vd 2015).

Ekmek hacminin ölçülmesi

Ekmekler fırından çıkarıldıktan sonra bir saat soğumaya bırakılıp hacimleri mililitre (mL) cinsinden tespit edilmiştir (Elgün vd 2015).

Ekmekğin spesifik hacminin belirlenmesi

Elde edilen ekmek hacimleri, kütle değerlerine bölünerek spesifik hacimler mL/g cinsinden tespit edilmiştir (Elgün vd 2015).

Ekmek içi ve kabuğunun renk yoğunluğunun ölçülmesi

Hazırlanan ekmeklerin renk yoğunluğu üç paralelli olarak Minolta Colorimetri cihazı kullanılarak ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIELAB; Comission Internationale de l’Eclairage) formülüne göre değerlendirilmiştir (Kotancılar 2015). Elde edilen verilerden, L^* : 0=siyahtan 100=beyaza kadar açıklık-koyuluk, $+a^*$: kırmızı, $-a^*$: yeşil, $+b^*$: sarı, $-b^*$: mavi, renk yoğunlukları ile ilgili bilgi vermektedir. Ölçümler ekmek kabuğunda ve dilimlenmiş ekmek içlerinde yapılmıştır (Elgün vd 2015).

Ekmek içi sertliğinin ölçülmesi

Ekmek içi yumuşaklığı mikropresör kontrolü ‘PNR 10 Penetrometre’ ile ölçülmüştür. Ekmek, özel dilimleme kabına konarak testere ağızlı bıçakla dilimlenip

penetrometre tablasına yerleştirilmiştir. Ölçüm aletlerinin kaba ayarı, test cisminin ucunun ekmeğe 0,5-1,0 mm üstüne kadar indirilerek test cismi ile ekmek dilimi arasından sızmayacak şekilde yapılmıştır. Hassas ayarı yapıldıktan sonra başlatma tuşuna basılmış ve 5 saniye sonra mm cinsinden okuma yapılmıştır. Okunan değerler 10 ile çarpılarak Penetrasyon Birimi (PB) olarak verilmiştir (Elgün vd 2015).

Ekmek içinin tekstür özelliklerinin belirlenmesi

Tekstür analizleri Carr ve Tadini (2003)'nin önerdiği yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Tekstür analizleri için ekmek içinde kullanılan cihaz SMS (Stable Micro System, model TA-XT.plus, England) analiz cihazıdır ve 75 mm çapa sahip prob ile birlikte kullanılmıştır. Tekstür özellikleri belirlenen şartlar altında iki paralelli olarak tespit edilmiştir. Ekmekler fırından çıkarıldıktan sonra 1 saat soğutmaya bırakılmış, kütle, hacim ve renk analizleri yapıldıktan sonra polietilen (PE) poşetlere yerleştirilerek depolanmıştır. Daha sonra ekmek içleri için 48 saat sonunda TPA analizleri gerçekleştirilmiştir. Ekmekler 2,5 cm kalınlığında dilimlenmiştir. TPA analizinde ekmek içleri için sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri bulunmuştur (Karim *et al.* 2000).



Şekil 6. Tekstür analizi için kullanılan SMS (Stable Micro System, model TA XT.plus, England) analiz cihazı

Tekstür profil analizi; test modu TPA, test hızı 2,00 mm/s, test sonrası hızı 2,00 mm/s, tetikleme gücü 20 g, ilk sıkıştırma sonrasında bekleme süresi 10 s ve sıkıştırma oranı %40 olacak şekilde bu koşullar altında yürütülmüştür.

Sertlik (Hardness): Sertlik değeri, ilk sıkıştırma esnasında oluşan pikin tepe noktasındaki değeridir. Ekmeğin kuvvet altında deformasyona uğraması için gerekli olan gücü ifade eder, birimi Newton (kg.m/s^2)’ dir (Ertaş ve Doğruer 2010).

Yapışkanlık (Adhesiveness): İlk sıkıştırmadan sonra oluştuysa negatif alanı işaret etmektedir. Diş, dil, damak gibi yüzeylerin; besin yüzeyi ile ilişkide olduklarında aralarındaki çekim kuvvetlerine karşı koymak için gerekli olan güçtür, birimi N.s’ dir (Ertaş ve Doğruer 2010).

Kohezivlik (Cohesiveness): Ürünün parçalanma veya yapısının bozulma oranını gösteren parametredir. İkinci sıkıştırma alanının ilk sıkıştırma alanına oranı olarak tanımlanmaktadır (Ertaş ve Doğruer 2010).

Esneklik (Springiness): İlk sıkıştırma yapıldıktan sonra ürünün eski yüksekliğine ne kadar çıkabildiğini ifade eder. İkinci sıkıştırmada ürün yüksekliğinin, ürünün orijinal yüksekliğine bölünmesiyle bulunur (Ertaş ve Doğruer 2010).

Çiğnenebilirlik (Chewiness): Katı bir yiyeceği parçalara ayırarak, yutma durumuna gelmesi için gerekli olan enerjiyi ifade etmektedir. Sertlik, kohezivlik ve elastikiyet özelliklerinin çarpılması sonucu elde edilir (Ertaş ve Doğruer 2010).

Deneme Planı

Bu çalışmada hamur ve ekmek için ayrı deneme desenleri kullanılmış olup, hamur için deneme deseni ve faktörler aşağıda verilmiştir.

Hamurun reolojik özellikleri Brabender ICC metot modifiye edilerek Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarlarında belirlenmiştir.

3 farklı sertlikte su; orta sert su (75 ppm CaCO_3 mg/L), sert su (150 ppm CaCO_3 mg/L), çok sert su (300 ppm CaCO_3 mg/L)

2 farklı seviyede malt unu (%0, %0,4)

3 farklı seviyede maya (%0, %1,5, %3)

2 farklı seviyede tuz (%0, %1)

Ekmeğin üretimi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarlarında doğrudan hamur yapma tekniğine uygun olarak yapılmıştır.

3 farklı sertlikte su; orta sert su (75 ppm CaCO_3 mg/L), sert su (150 ppm CaCO_3 mg/L), çok sert su (300 ppm CaCO_3 mg/L)

2 farklı seviyede malt unu (%0, %0,4)

2 farklı seviyede maya (%1,5, %3)

2 farklı seviyede tuz (%0, %1)

İstatistiksel analiz

Direkt sistemde mayasız ekmek üretimi olmadığı için, araştırmada hamur ve ekmek olmak üzere 2 farklı deneme deseni kullanılmıştır. Bu iki desen arasındaki tek fark; hamurda 3 farklı seviyede maya (%0, %1,5, %3,0), ekmekte ise 2 farklı seviyede maya (%1,5, %3,0) kullanılmıştır.

Deneme hamur için; 3 farklı sertlikte su (orta sert, sert, çok sert), 2 farklı seviyede malt unu (%0, %0,4), 3 farklı seviyede maya (%0, %1,5, %3,0), 2 farklı seviyede tuz (%0, %1,0), denenmiştir. 3x2x3x2 faktöriyel düzenleme ile tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Deneme ekmek için; 3 farklı sertlikte su (orta sert, sert, çok sert), 2 farklı seviyede malt unu (%0, %0,4), 2 farklı seviyede maya (%1,5, %3,0), 2 farklı seviyede tuz (%0, %1,0), denenmiştir. 3x2x2x2 faktöriyel düzenleme ile tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Bu çalışmada, ekmekler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarları'nda üretilmiştir. Önce hazırlanan ekmek hamurlarının reolojik özellikleri farinograf ve ekstensograf cihazlarında belirlenmiş, daha sonra pişirilen ekmeklerde kalite kriterleri diğer analizler ile tespit edilmiştir.

Denemeden alınan ham değerler SPSS paket programında varyans analizine tabi tutulacak ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testiyle karşılaştırmıştır (Yıldız ve Bircan 2003).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Hamurun Farinogram Özelliklerine Ait % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI, FQN, Hamur Stabilitesi, Yumuşama Değerleri

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde çizdirilen, hamurun farinogram özelliklerinden % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI, FQN, Hamur Stabilitesi, Yumuşama Değerleri ortalamaları Tablo 1’de, varyasyon analiz sonuçları da Tablo 2 ve 3’de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Farinogram Özelliklerinden % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI, FQN, Hamur Stabilitesi, Yumuşama Değerlerinin Ortalamaları

Su Sertlik Seviy. (ppm)	Malt Unu Seviy. (%)	Maya Seviy. (%)	Tuz Seviy. (%)	Su Absorb. (%)	Gelişme Süresi (dk)	MTI (FU)	FQN (mm)	Hamur Stabilitesi (dk)	12. Dk YD (FU)	20. Dk YD (FU)
75	0	0	0	61,20	3,00	14,00	90,50	9,95	38,50	97,50
			1	60,30	2,75	46,00	47,50	2,05	44,50	98,50
		1,5	0	60,10	2,20	50,00	36,50	1,60	64,50	102,00
			1	59,65	1,90	17,00	65,50	12,00	46,00	88,00
		3,0	0	59,05	2,60	24,50	64,50	9,75	50,50	71,00
			1	58,55	2,05	34,00	48,00	3,40	68,00	96,50
	0,4	0	0	61,85	1,95	60,50	31,00	1,45	63,00	125,00
			1	61,55	2,05	49,00	33,00	1,65	65,00	92,50
		1,5	0	61,90	2,10	61,00	31,50	1,35	76,00	81,50
			1	61,45	1,95	52,00	39,50	5,30	59,00	119,00
		3,0	0	60,40	1,90	64,00	35,00	2,30	78,00	81,00
			1	59,85	1,95	52,50	33,00	1,70	71,00	112,50
150	0	0	0	61,10	3,55	19,50	100,50	10,80	42,50	81,00
			1	59,60	2,10	60,50	33,50	1,70	67,00	110,00
		1,5	0	60,45	1,85	56,00	37,00	1,70	72,00	93,00
			1	58,90	1,95	31,50	62,50	11,65	47,50	95,50
		3,0	0	58,75	2,10	41,50	44,00	5,95	71,50	94,00
			1	58,35	1,60	46,00	36,00	1,70	85,50	111,00
	0,4	0	0	62,50	1,90	62,00	30,50	1,65	81,00	120,50
			1	62,40	1,95	56,50	31,00	1,35	67,00	100,00
		1,5	0	62,35	1,90	75,00	29,00	1,35	76,00	99,50
			1	60,85	2,00	47,00	42,00	2,60	55,50	91,50
		3,0	0	61,50	1,85	52,00	33,00	1,70	66,00	97,00
			1	61,05	1,95	49,50	36,00	1,80	70,50	100,00
300	0	0	0	60,10	1,95	34,00	45,50	9,75	42,00	114,00
			1	59,85	2,30	30,00	50,00	5,75	42,00	87,50
		1,5	0	59,75	1,70	54,50	30,50	1,25	67,50	98,00
			1	59,95	2,50	16,50	91,00	13,90	35,00	84,00
		3,0	0	59,35	2,40	19,00	70,50	10,80	55,00	73,00
			1	60,55	2,60	24,50	88,50	9,35	51,50	67,50
	0,4	0	0	62,25	1,90	52,50	38,00	1,85	61,00	147,00
			1	60,50	2,20	49,00	34,00	1,90	53,00	117,50
		1,5	0	61,40	1,80	72,00	29,50	1,50	83,00	90,00
			1	61,40	1,75	39,00	38,00	7,25	46,50	99,50
		3,0	0	60,45	1,90	46,00	40,00	2,40	68,00	87,00
			1	60,30	1,95	49,50	33,50	1,60	78,50	87,50

Tablo 2. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Farinogram Özelliklerinden % Su Absorbsiyonu, Gelişme Süresi, MTI ve FQN Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Su Absorbsiyonu (%)		Gelişme Süresi (dk)		MTI (FU)		FQN (mm)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	0,21	5,14*	0,14	1,52	525,29	4,44*	228,85	1,01
Malt Unu Seviyesi (B)	1	44,81	1089,91**	2,10	22,68**	7605,51	64,26**	10011,12	44,14**
Tuz Seviyesi (C)	1	19,64	477,6**	1,28	3,04	2134,21	18,031**	1112,35	4,90*
Maya Seviyesi (D)	2	2,79	67,99**	0,36	3,28*	1335,54	11,28**	1932,26	8,52**
A x B	2	2,11	51,45**	0,04	0,46	189,01	1,60	116,37	0,51
A x C	2	2,48	60,42**	0,50	5,40	156,43	1,32	965,51	4,26*
A x D	4	0,45	11,05**	0,21	2,28	105,52	0,90	237,81	1,05
B x C	1	0,01	0,01	0,07	0,80	32,00	0,27	177,35	0,78
B x D	2	0,03	0,62	0,40	4,35*	408,51	3,45*	1144,79	5,05*
C x D	2	0,32	7,71**	0,32	3,43*	278,93	2,36	271,43	1,19
A x B x C	2	0,58	13,93**	0,65	7,01**	169,04	1,43	1200,43	5,29**
A x B x D	4	0,67	16,27**	0,15	1,61	154,16	1,30	246,79	1,09
A x C x D	4	0,36	8,77**	0,14	1,56	49,70	0,42	142,60	0,63
B x C x D	2	0,32	7,71**	0,37	3,98*	373,30	3,15	410,18	1,81
A x B x C x D	4	0,40	9,94**	0,15	1,61	75,40	0,64	304,14	1,35
Hata	36	0,04		0,09		118,36		226,79	

* $p<0,05$ düzeyinde önemli

** $p<0,01$ düzeyinde çok önemli

Tablo 2 incelendiğinde unun su absorpsiyonu değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 2 incelendiğinde unun gelişme süresi değeri üzerine; malt unu seviyesi faktörü ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve maya seviyesi faktörü ile malt unu x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 2 incelendiğinde; unun MTI değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi faktörü ve interaksiyonlardan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 2 incelendiğinde FQN değeri üzerine; malt unu seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve tuz seviyesi faktörü ve su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 3. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Hamur Stabilitesi (dk)		12. Dakika Yumuşama Derecesi (FU)		20. Dakika Yumuşama Derecesi (FU)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	23,26	6,10**	609,06	5,99**	71,68	0,72
Malt Unu Seviyesi (B)	1	376,75	98,67**	2862,72	28,12**	1932,35	19,32**
Tuz Seviyesi (C)	1	120,38	31,53**	0,22	0,002	2211,12	22,10**
Maya Seviyesi (D)	2	155,88	40,82**	2541,51	24,96**	1103,18	11,03**
A x B	2	6,02	1,58	261,06	2,56	272,18	2,72
A x C	2	11,37	2,98	59,72	0,59	998,30	9,98**
A x D	4	0,74	0,19	36,56	0,36	648,22	6,48**
B x C	1	25,32	6,63*	213,55	2,10	0,35	0,01
B x D	2	61,90	16,21**	206,01	2,02	866,85	8,66**
C x D	2	2,85	0,75	352,26	3,46*	751,62	7,51**
A x B x C	2	2,65	0,70	162,39	1,60	455,68	4,55*
A x B x D	4	5,22	1,37	244,10	2,40	99,93	1,00
A x C x D	4	3,12	0,83	111,26	1,10	127,92	1,28
B x C x D	2	14,94	3,91*	119,76	1,18	473,51	4,73*
A x B x C x D	4	4,46	1,17	26,47	0,26	199,60	1,99
Hata	36	3,82		101,81		100,04	

* $p<0,05$ düzeyinde önemli

** $p<0,01$ düzeyinde çok önemli

Tablo 3 incelendiğinde; hamurun stabilite değeri üzerine; su sertlik seviyesi, malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve malt unu seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 3 incelendiğinde; 12. Dakika yumuşama değeri üzerine; su sertlik seviyesi, malt unu seviyesi ve maya seviyesi faktörleri istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 3 incelendiğinde; 20. Dakika yumuşama değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi x malt

unu seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi etkileşimleri istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Farklı su sertlik seviyesine farinogram özelliklerine ait % su absorpsiyonu, gelişme süresi, MTI ve FQN değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 4 ve 5’de verilmiştir.

Tablo 4. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden % Su Absorpsiyonu, Gelişme Süresi, MTI Ve FQN Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Su Absorpsiyonu (%)		Gelişme Süresi (dk)		MTI (FU)		FQN (mm)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	24	60,49 ^b	±1,09	2,20 ^a	±0,47	43,71 ^{ab}	±18,05	46,29 ^a	±21,49
150	24	60,65 ^a	±1,44	2,06 ^a	±0,49	49,75 ^a	±16,09	42,92 ^a	±23,12
300	24	60,49 ^b	±0,82	2,08 ^a	±0,36	40,54 ^b	±18,58	49,08 ^a	±23,18

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 5. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Hamur Stabilitesi (dk)		12. Dakika Yumuşama Derecesi (dk)		20. Dakika Yumuşama Derecesi (dk)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	24	4,37 ^a	±3,97	60,33 ^b	±14,80	97,08 ^a	±18,25
150	24	3,66 ^b	±3,86	66,83 ^a	±13,34	99,42 ^a	±11,58
300	24	5,61 ^a	±4,75	56,92 ^b	±16,98	96,04 ^a	±22,02

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 4’de görüldüğü gibi suyun sertlik seviyesi 75 ppm CaCO₃ mg/L’den 150 ppm CaCO₃ mg/L’e yükseldiğinde su absorpsiyon ve MTI değerleri artmış, suyun sertlik seviyesi 300 ppm CaCO₃ mg/L’e yükseldiğinde bu değerler düşmüştür. Gelişme süresi ve FQN değerinde ise herhangi bir değişiklik olmamıştır.

Tablo 5’de görüldüğü gibi suyun sertlik seviyesi 300 ppm CaCO₃ mg/L’e yükseldiğinde hamur stabilitesinde maksimum değeri vermiştir. 12. dakika yumuşama derecesinde ise en düşük değeri yine 300 ppm CaCO₃ mg/L (çok sert) su vermiştir. 20. dakika yumuşama derecesinde ise suyun sertlik seviyeleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmamıştır. Yapılan bir çalışmada suyun sertliğinin hamurun reolojik özelliklerini, stabilitesini, karıştırma davranışını ve FQN (Farinograph Quality Number) indeksini etkilediği görülmüştür. Ek olarak su sertliğinin hamurun karıştırma süresini uzattığı için toplam enerji tüketimini etkilediği gözlemlenmiştir. Sertliği gittikçe artan sudan yapılan hamur, stabilitesini daha uzun bir süre korur (stabilite değeri daha yüksektir – 6,5 dakikadan

9,4 dakikaya kadar). Su sertliği arttıkça FQN arttığı için hamur normal kıvamını daha uzun süre koruyabilir (Stefan *et al.* 2015).

Farklı malt unu seviyesine ait farinogram özelliklerinden % su absorpsiyonu, gelişme süresi ve MTI değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 6 ve 7’de verilmiştir.

Tablo 6. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden % Su Absorpsiyonu, Gelişme Süresi, MTI ve FQN Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Su Absorpsiyonu (%)		Gelişme Süresi (dk)		MTI (FU)		FQN (mm)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	36	59,75 ^b	±0,82	2,28 ^a	±0,55	34,39 ^b	±16,04	57,89 ^a	±34,31
0,4	36	61,33 ^b	±0,81	1,94 ^b	±0,19	54,94 ^a	±12,91	26,51 ^b	±5,67

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 7. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Hamur Stabilitesi (dk)		12. Dakika Yumuşama Derecesi (dk)		20. Dakika Yumuşama Derecesi (dk)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	36	6,84 ^a	±4,63	55,06 ^b	±15,11	92,33 ^b	±15,42
0,4	36	2,26 ^b	±2,03	67,67 ^a	±13,29	102,69 ^a	±18,35

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 6 ve 7 incelendiğinde malt unu katkısı ilavesi hamurun su absorpsiyonunu, MTI değerini, 12 ve 20. dakika yumuşama değerlerini artırmış, gelişme süresi, FQN ve hamur stabilitesi değerlerini düşürmüştür. Yapılan bir çalışmada %30'a kadar katkı ilave edilen (çavdar unu) hamurlarda şekil ve farinograf parametrelerinin önemli farklılıklar göstermediği, %40 katkı ilave edilen (çavdar unu) hamurlarda ise dirençli torkun ve eğrilerin şeklinin önemli ölçüde değiştiği tespit edilmiştir (Voicu *et al.* 2012).

Farklı tuz seviyesine ait farinogram özelliklerinden % su absorpsiyonu, gelişme süresi, MTI ve FQN değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 8 ve 9’da verilmiştir.

Tablo 8. Farklı Tuz Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden % Su Absorpsiyonu, Gelişme Süresi, MTI ve FQN Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Su Absorpsiyonu (%)		Gelişme Süresi (dk)		MTI (FU)		FQN (mm)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	36	61,06 ^a	±1,00	2,17 ^a	±0,50	50,11 ^a	±18,39	42,17 ^b	±23,22
1	36	60,02 ^b	±1,02	2,05 ^a	±0,37	39,22 ^b	±15,56	50,03 ^a	±21,21

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 9. Farklı Tuz Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Hamur Stabilitesi (dk)		12. Dakika Yumuşama Derecesi (dk)		20. Dakika Yumuşama Derecesi (dk)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	36	3,26 ^b	±0,56	61,42 ^a	±16,42	103,06 ^a	±17,76
1	36	5,84 ^a	±4,63	61,31 ^b	±14,73	91,97 ^b	±15,85

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 8 ve 9 incelendiğinde tuz seviyesi arttıkça su absorpsiyon miktarı MTI, 12. ve 20. dakika sonundaki yumuşama dereceleri düşmüş, FQN ve hamur stabilite süresi artmış ancak gelişme süresinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Yapılan bir çalışmada hamura eklenen tuz oranının azaltılmasıyla, önemli işleme ve teknolojik sorunlar ortaya çıkmıştır. Düşük kaliteli ürünler oluşturan yapışkan hamurlar gözlenmiştir. Kuvvetli gluten ağının oluşumunda NaCl varlığı çok önemli bir rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra, düşük NaCl seviyeleri, hamur içindeki su hareketliliği üzerine etki ederek zayıf bir gluten ağı oluşuma katkı sağlamaktadır (Avramenko *et al.* 2018). Yapılan bir başka çalışmada ise hamur karıştırmada tuzun kullanılması, tuz etkileşimleri ile önemli genotip ortaya çıkardı ve hamur geliştirme süresini önemli ölçüde arttırdığı sonucuna varıldı (Isaak *et al.* 2019).

Farklı maya seviyesine ait farinogram özelliklerinden % su absorpsiyonu, gelişme süresi, MTI ve FQN değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 10 ve 11’de verilmiştir.

Tablo 10. Farklı Maya Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden % Su Absorpsiyonu, Gelişme Süresi, MTI ve FQN Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Maya Seviyesi (%)	N	Su Absorpsiyonu (%)		Gelişme Süresi (dk)		MTI (FU)		FQN (mm)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	60,93 ^a	±1,07	2,19 ^a	±0,57	37,13 ^c	±19,42	56,21 ^a	±29,74
1,5	24	60,31 ^b	±1,08	2,17 ^a	±0,36	44,83 ^b	±15,36	43,00 ^b	±15,11
3	24	60,38 ^b	±1,19	1,97 ^b	±0,35	52,04 ^a	±15,70	39,08 ^b	±16,52

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 11. Farklı Maya Seviyesine Ait Farinogram Özelliklerinden Hamur Stabilitesi ve Yumuşama Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Maya Seviyesi (%)	N	Hamur Stabilitesi (dk)		12. Dakika Yumuşama Derecesi (dk)		20. Dakika Yumuşama Derecesi (dk)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	7,35 ^a	±4,85	51,46 ^c	±16,18	105,21 ^a	±21,01
1,5	24	3,94 ^b	±3,58	60,62 ^b	±12,82	92,42 ^b	±15,65
3	24	2,36 ^c	±2,32	72,00 ^a	±9,69	94,92 ^b	±13,26

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

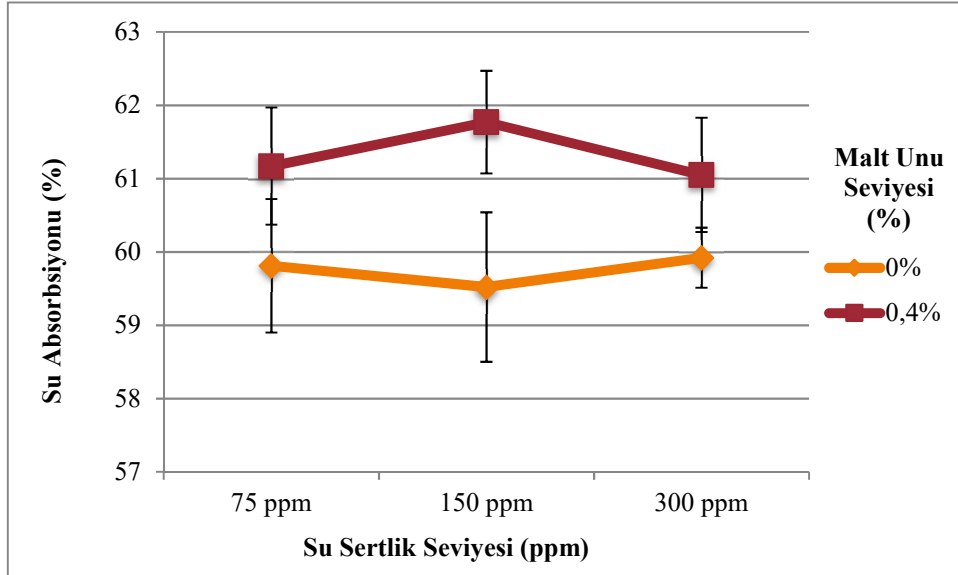
Parametrelerde en yüksek değerleri su absorpsiyonunda, hamur stabilitesinde ve 20. Dakika yumuşama derecesinde maya katkısız, gelişme süresinde maya katkısız ve %1,5 maya seviyesi, MTI'da 12. Dakika yumuşama derecesindeki %3 maya seviyesi vermiştir.

Tablo 2 incelendiğinde su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu Şekil 7'de, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu Şekil 8'de, su sertlik seviyesi x maya seviyesi Şekil 9'da, tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 10'da, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 11'de, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 12'de, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 13'de, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 14'de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde gelişme süresi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 15'de, tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 16'da, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 17'de, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 18'de verilmiştir.

Tablo 2 incelendiğinde MTI üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 19'da verilmiştir.

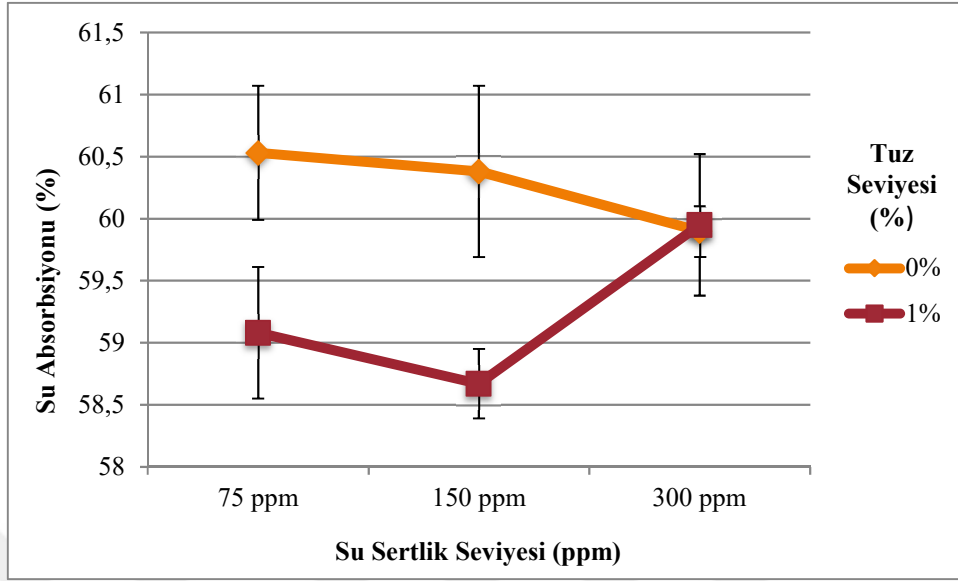
Tablo 2 incelendiğinde FQN üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi Şekil 20'de, malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 21'de, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 22'de verilmiştir.



Şekil 7. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu

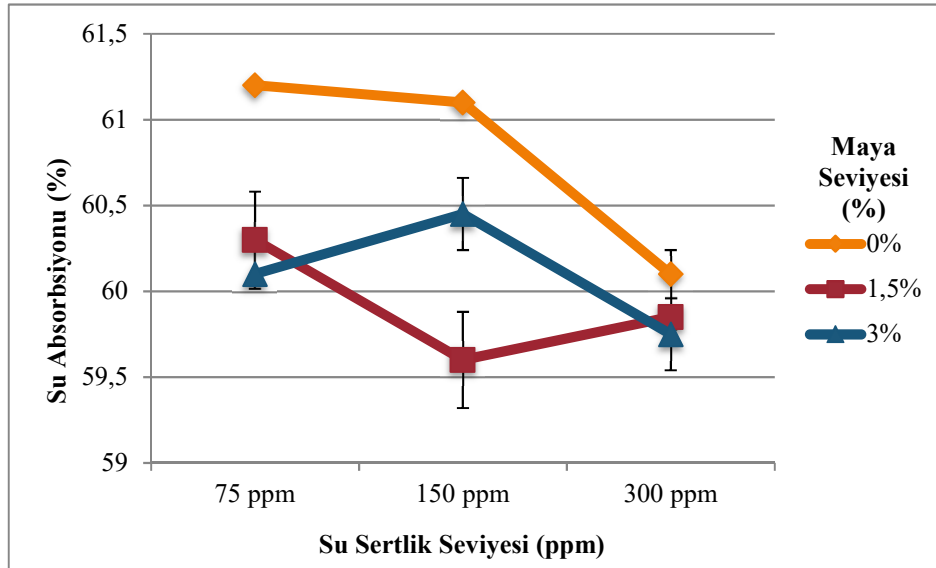
Şekil 7'de su absorpsiyonu değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek su absorpsiyonu değeri 150 ppm CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi uygulamasında, en düşük

su absorpsiyonu değeri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 8. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

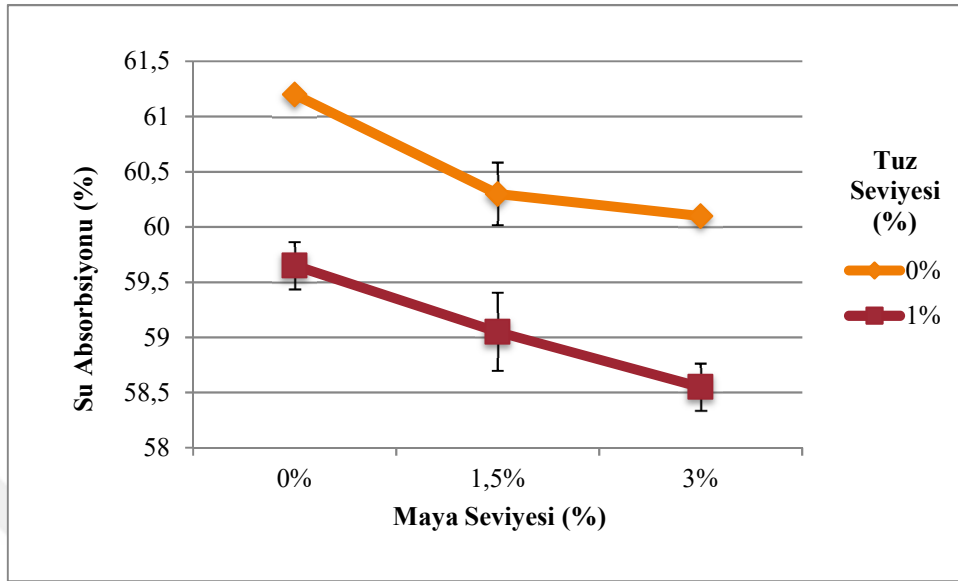
Şekil 8 incelendiğinde su absorpsiyonu değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek su absorpsiyonu değerleri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi ve 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamalarında, en düşük su absorpsiyonu değeri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 9. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

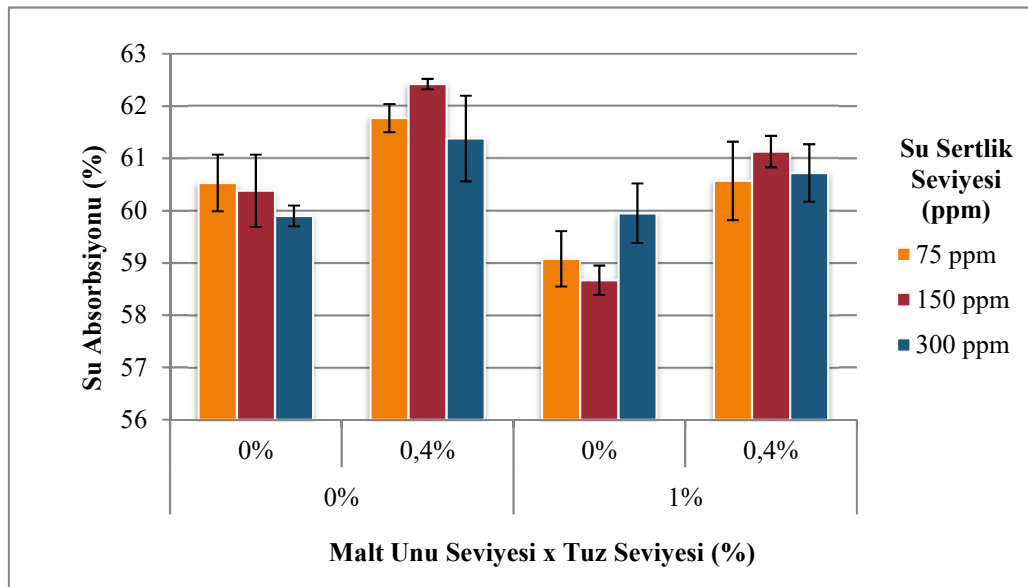
Şekil 9 incelendiğinde su absorpsiyonu değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek su absorpsiyonu değerleri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 maya seviyesi ve 150 ppm CaCO_3

mg/L su sertlik seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamalarında, en düşük su absorpsiyonu değeri ise 150 ppm CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 10. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

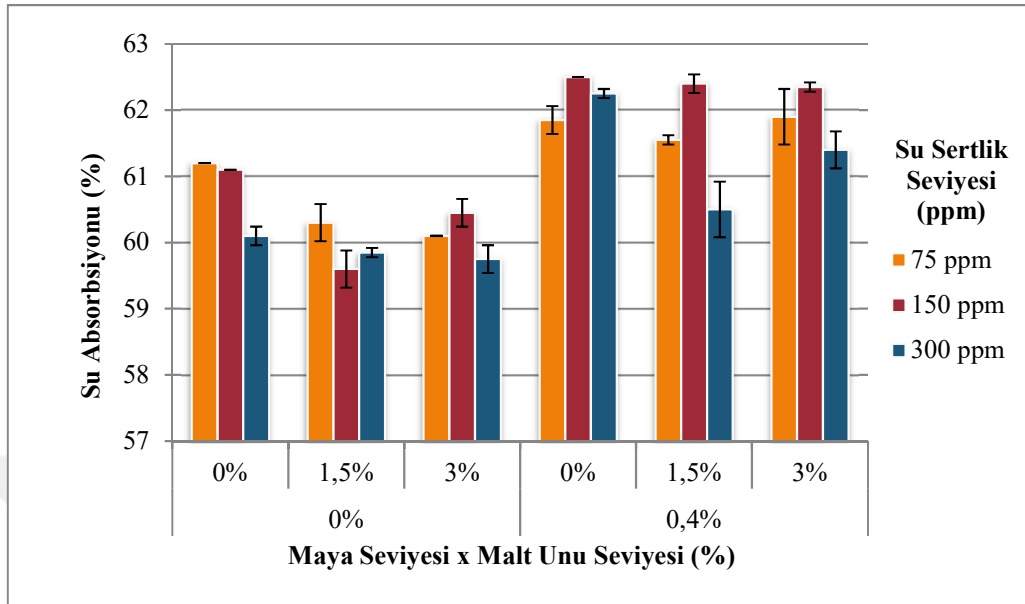
Şekil 10 incelendiğinde su absorpsiyonu değeri üzerinde etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek su absorpsiyonu değeri %0 maya seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük su absorpsiyonu değeri ise %3 maya seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 11. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

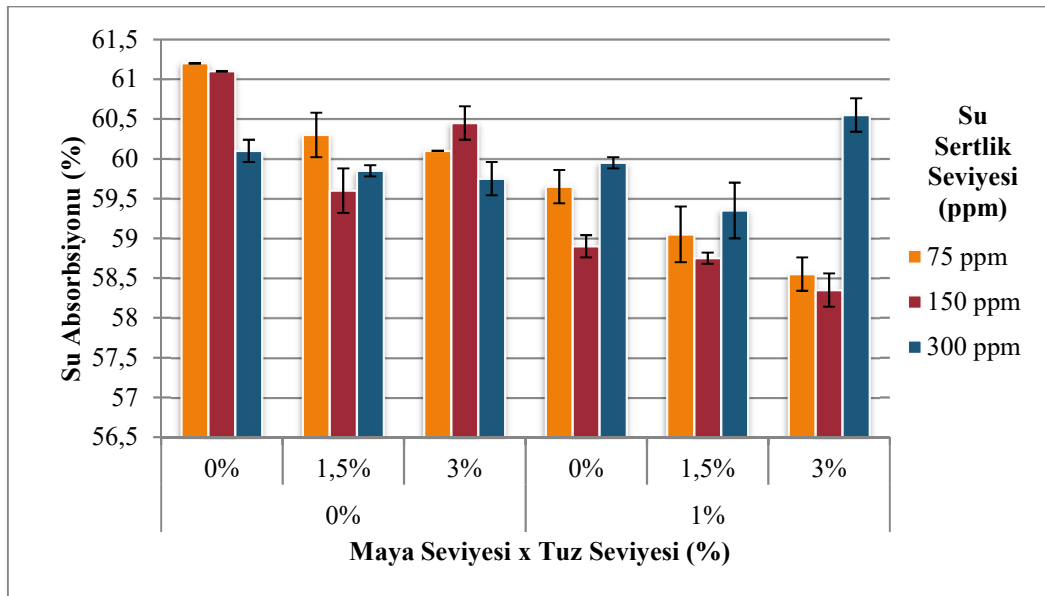
Şekil 11 incelendiğinde su absorpsiyonu değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek

su absorpsiyonu 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük su absorpsiyonu değeri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



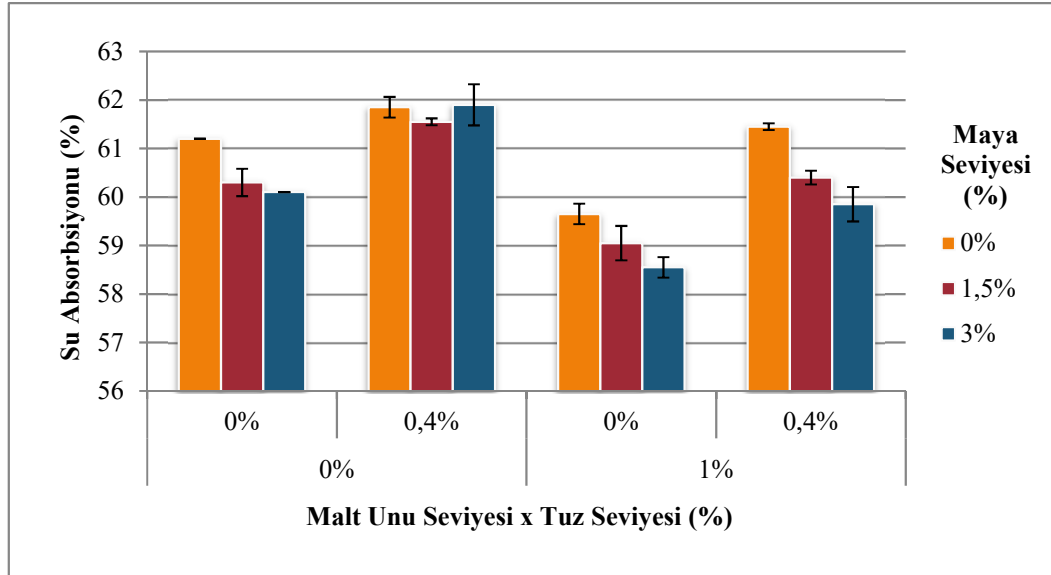
Şekil 12. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 12 incelendiğinde su absorpsiyonu değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek su absorpsiyonu değerleri 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi, 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %1,5 maya seviyesi ve 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamalarında, en düşük su absorpsiyonu değeri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 13. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

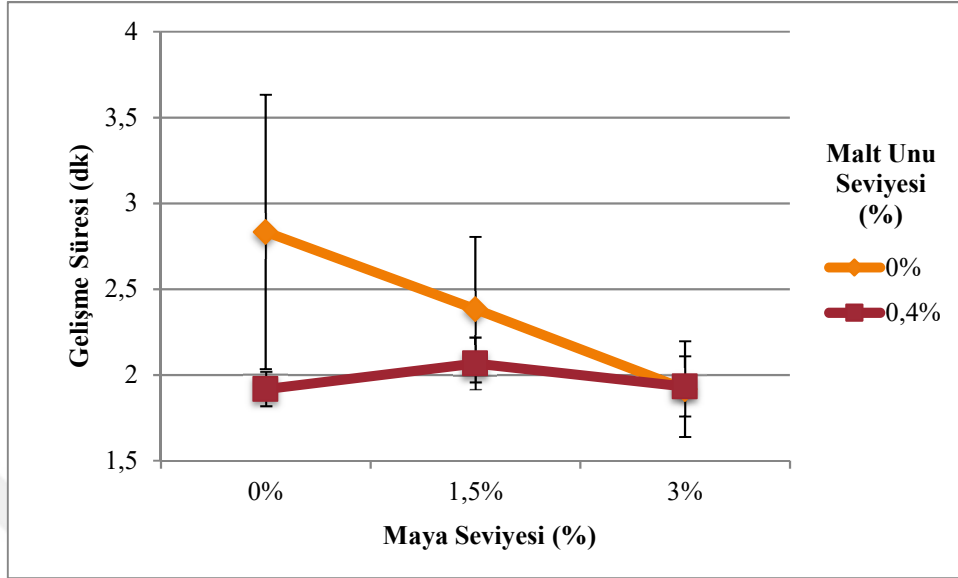
Şekil 13 incelendiğinde su absorpsiyonu değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek su absorpsiyonu değerleri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi ve 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamalarında, en düşük su absorpsiyonu değeri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 14. Su absorpsiyonu üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

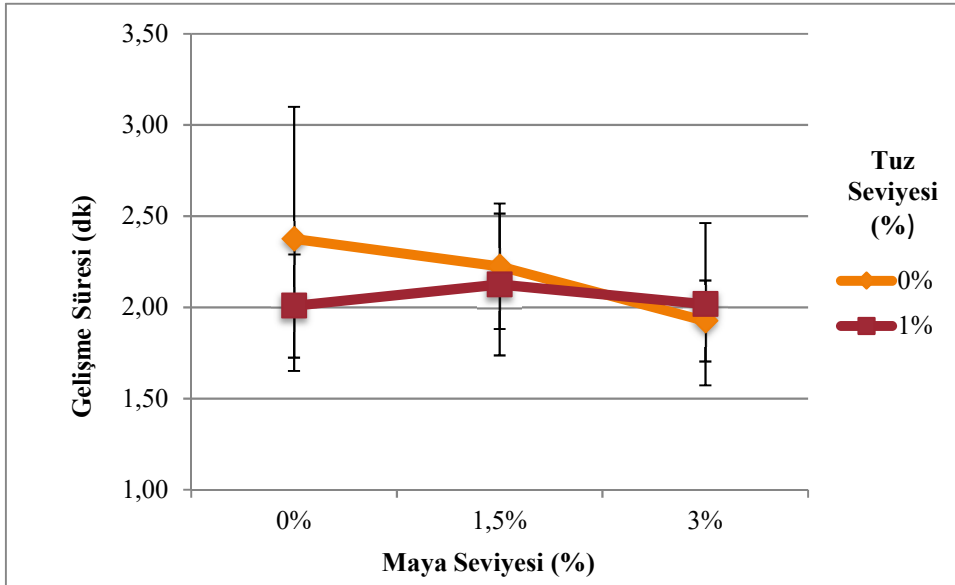
Şekil 14 incelendiğinde su absorpsiyonu değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek su absorpsiyonu değerleri %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi ve

%0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamalarında, en düşük su absorpsiyonu değeri ise %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 15. Gelişme süresi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

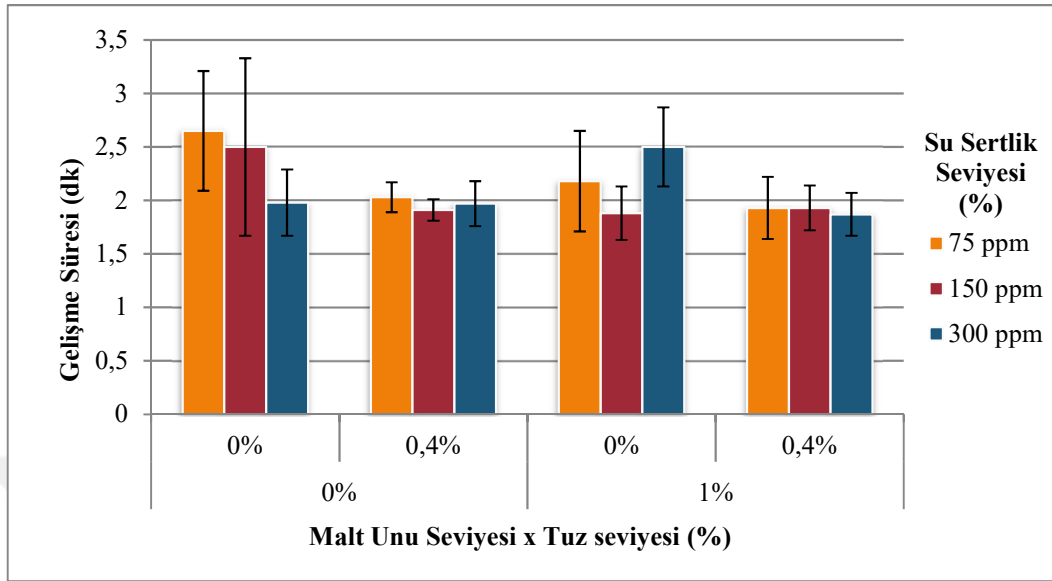
Şekil 15 incelendiğinde gelişme süresi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek gelişme süresi değeri %0 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük gelişme süresi değerleri ise %0 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi ve %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



Şekil 16. Gelişme süresi üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

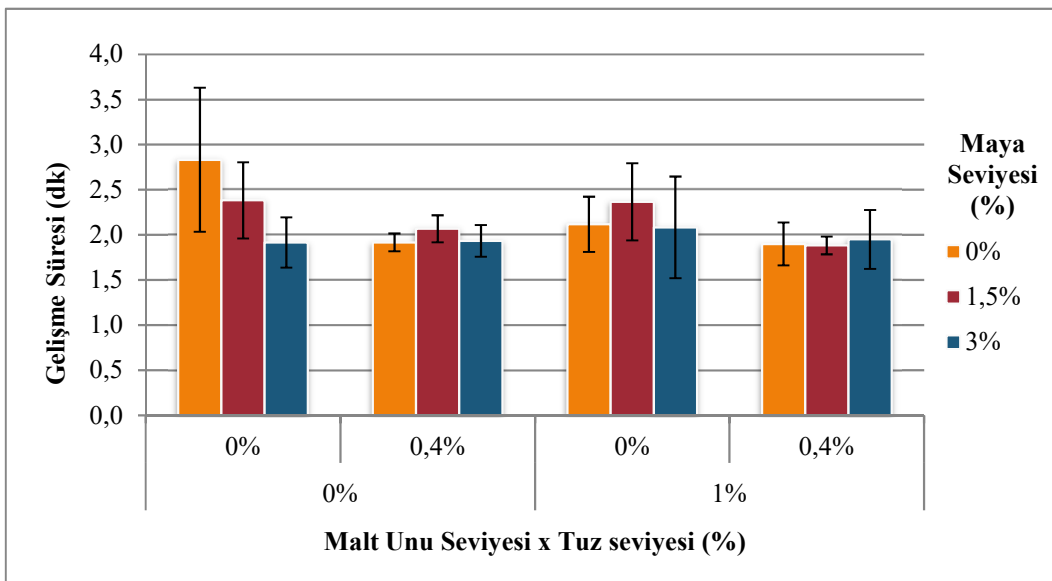
Şekil 16 incelendiğinde gelişme süresi değeri üzerinde etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek gelişme süresi değeri %0

tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük gelişme süresi değerleri ise %0 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi, %1 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi ve %1 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



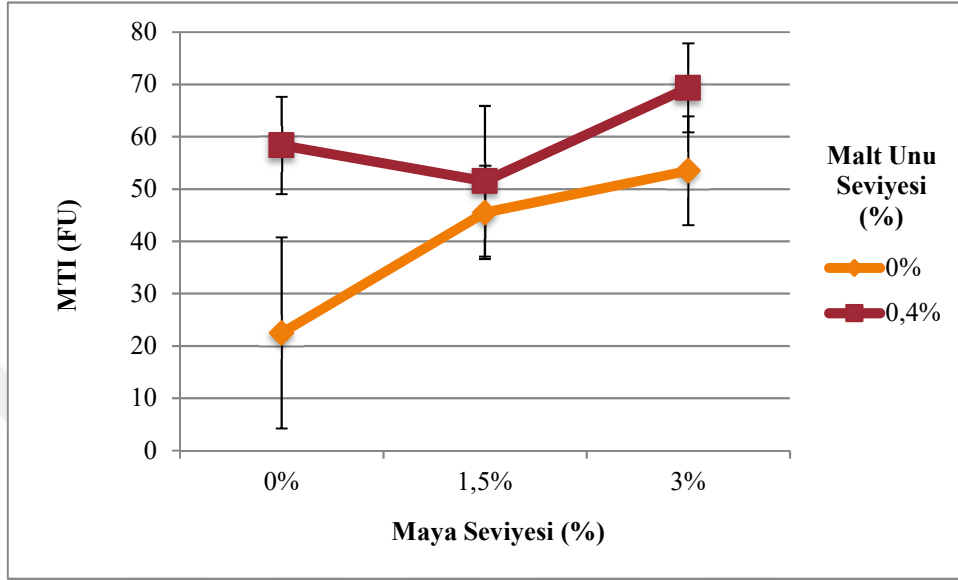
Şekil 17. Gelişme süresi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu

Şekil 17 incelendiğinde gelişme süresi değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek gelişme süresi değeri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük gelişme süresi değerleri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



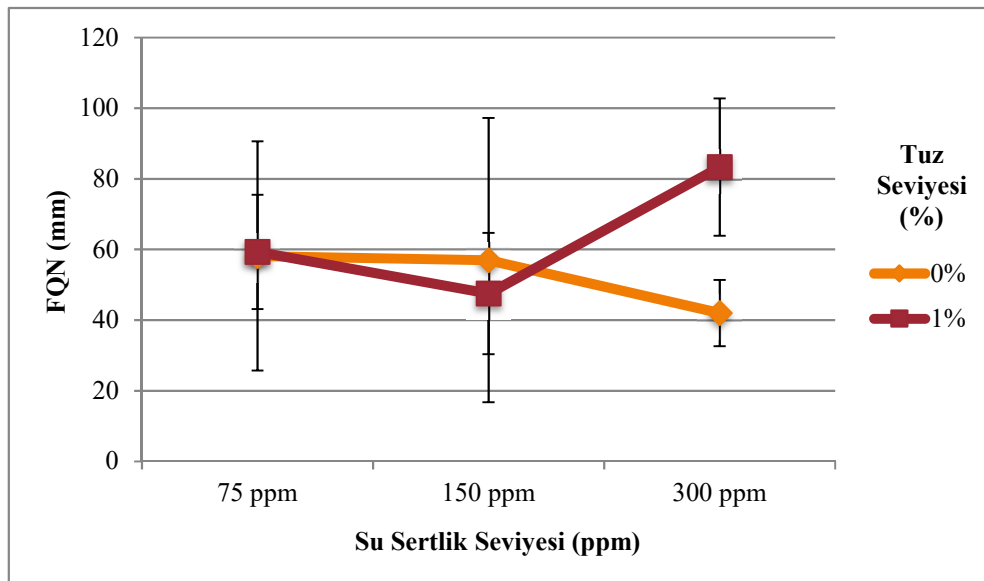
Şekil 18. Gelişme süresi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu

Şekil 18 incelendiğinde gelişme süresi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek gelişme süresi değeri %0 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük gelişme süresi değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi %1,5 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



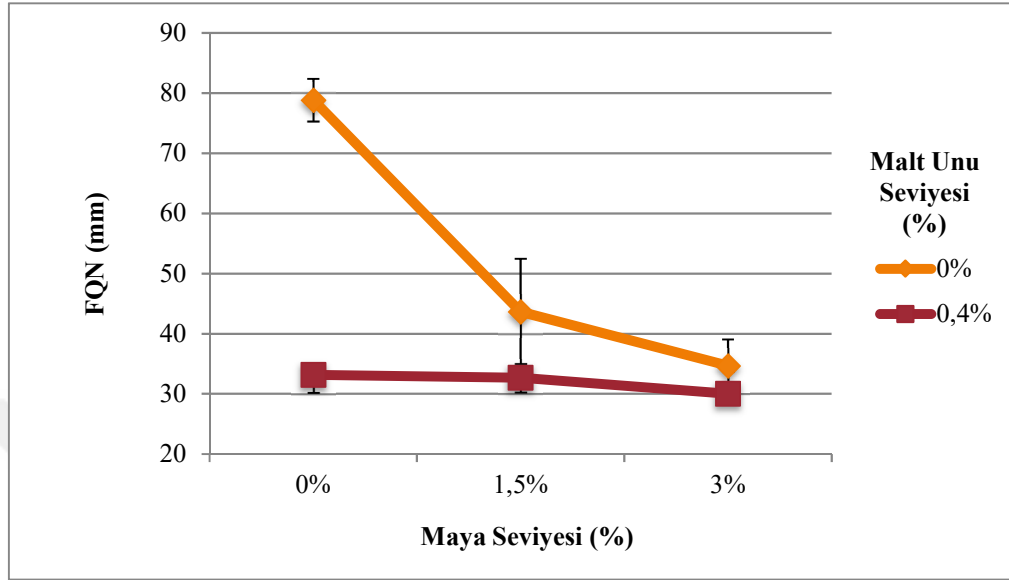
Şekil 19. MTI üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 19 incelendiğinde MTI değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek MTI değeri %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında, en düşük MTI değeri ise %0 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



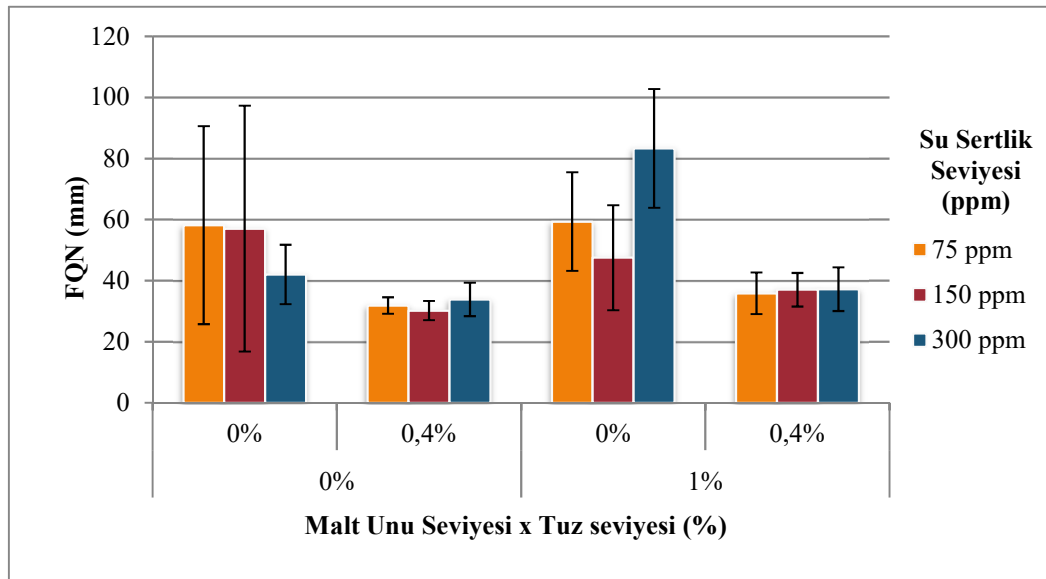
Şekil 20. FQN üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 20 incelendiğinde FQN değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek FQN değeri 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük FQN değeri ise 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 21. FQN üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 21 incelendiğinde FQN değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek FQN değeri %0 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük FQN değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



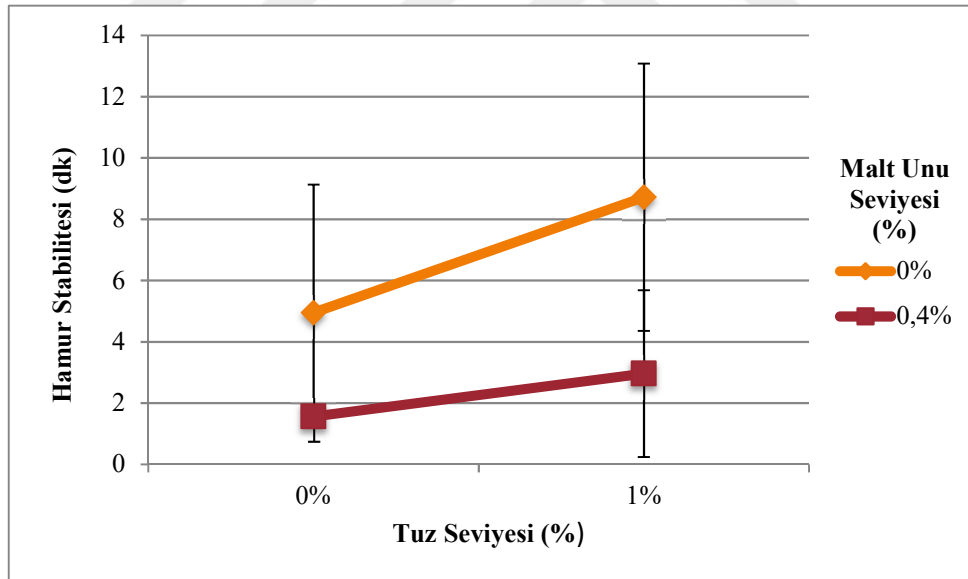
Şekil 22. FQN üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 22 incelendiğinde FQN değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek FQN değeri 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük FQN değeri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.

Tablo 3 incelendiğinde hamur stabilitesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 23’de, malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 24’de, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 25’de verilmiştir.

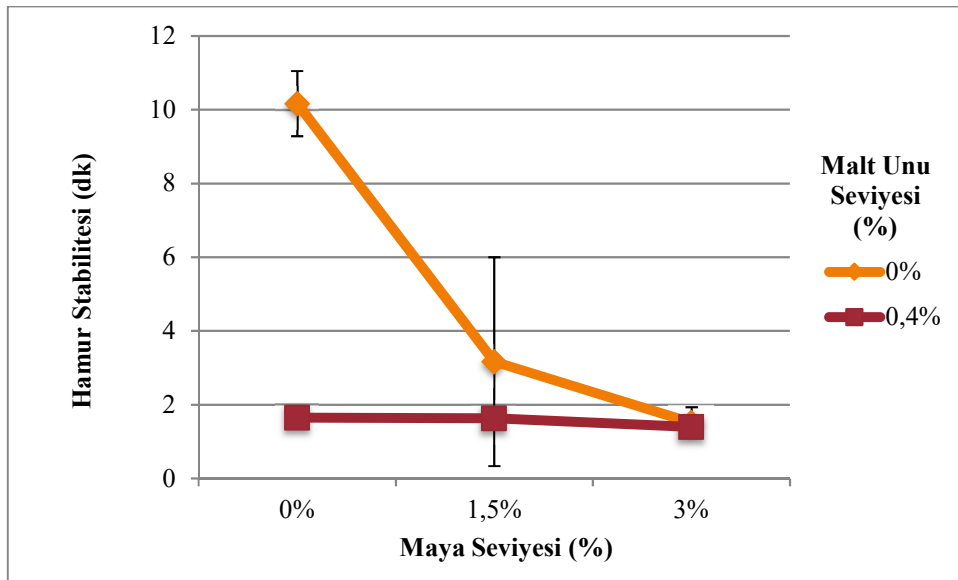
Tablo 3 incelendiğinde 12. Dakikada ki yumuşama derecesi üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 26’da verilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde 20. Dakikada ki yumuşama derecesi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi Şekil 27’de, su sertlik seviyesi x maya seviyesi Şekil 28’de, malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 29’da, tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 30’da, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 31’de, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 32’de verilmiştir.



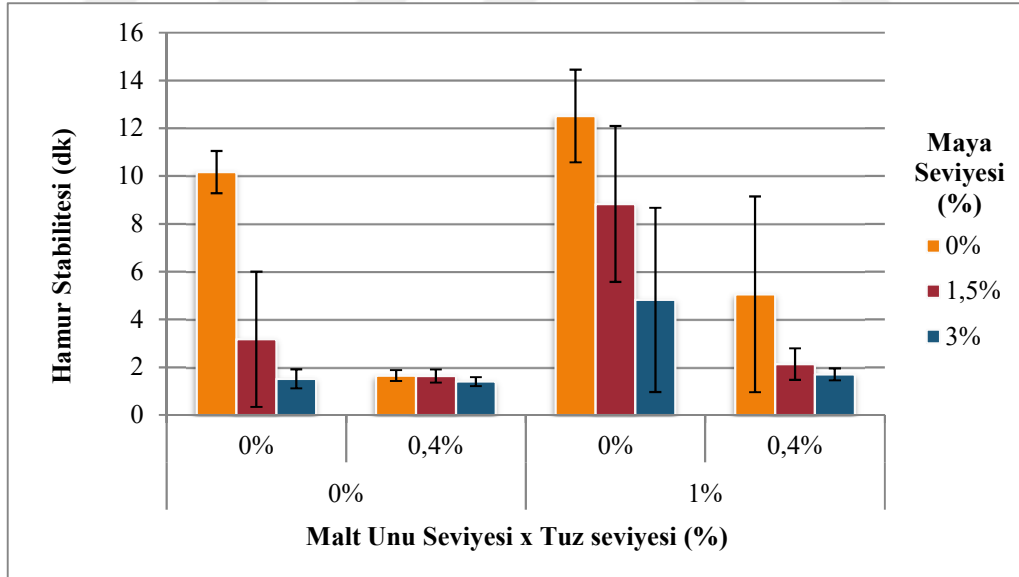
Şekil 23. Hamur stabilitesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 23 incelendiğinde hamur stabilitesi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur stabilitesi değeri %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük hamur stabilitesi değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



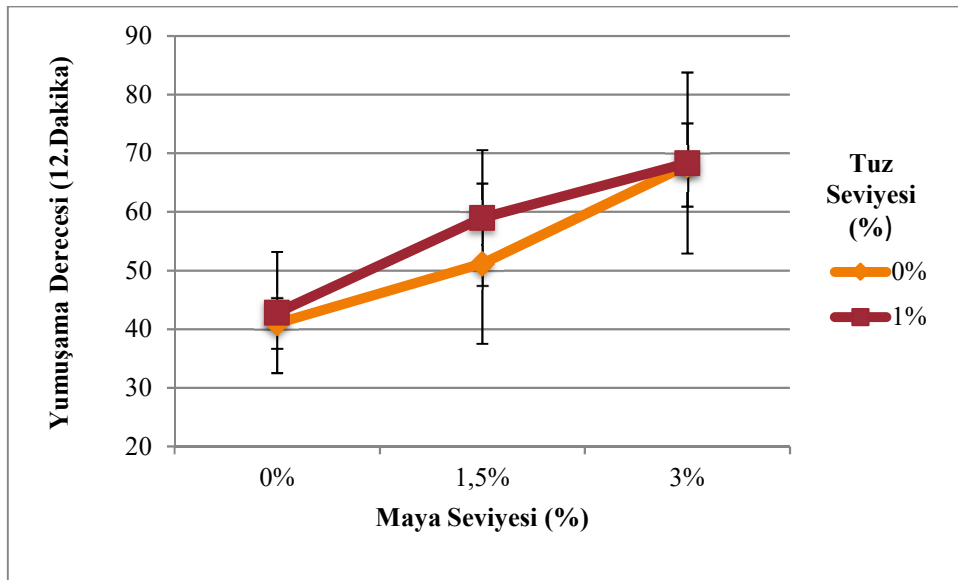
Şekil 24. Hamur stabilitesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 24 incelendiğinde hamur stabilitesi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur stabilitesi değeri %0 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük hamur stabilitesi değerleri ise %0 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi ve %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



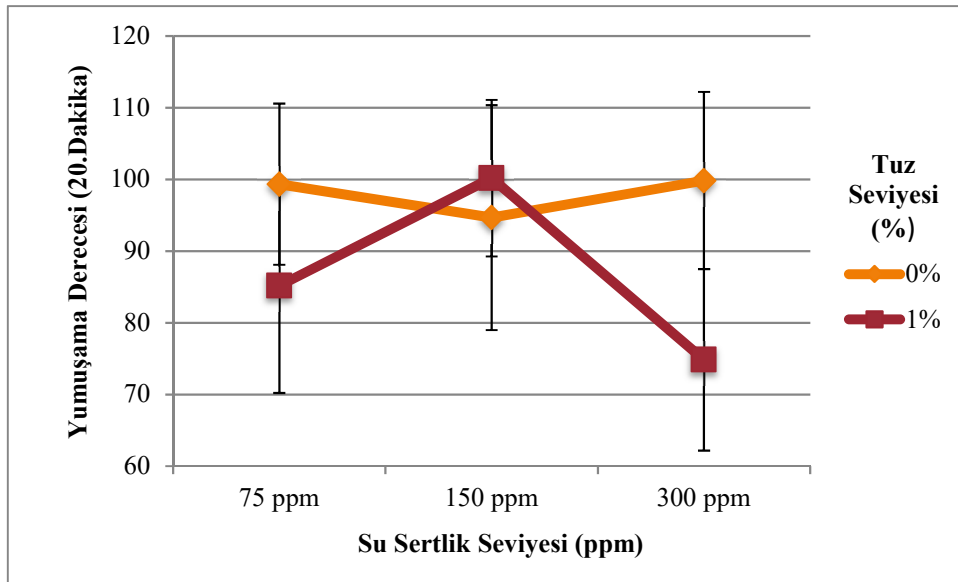
Şekil 25. Hamur stabilitesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 25 incelendiğinde hamur stabilitesi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur stabilitesi değeri %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük hamur stabilitesi değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 26. 12. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

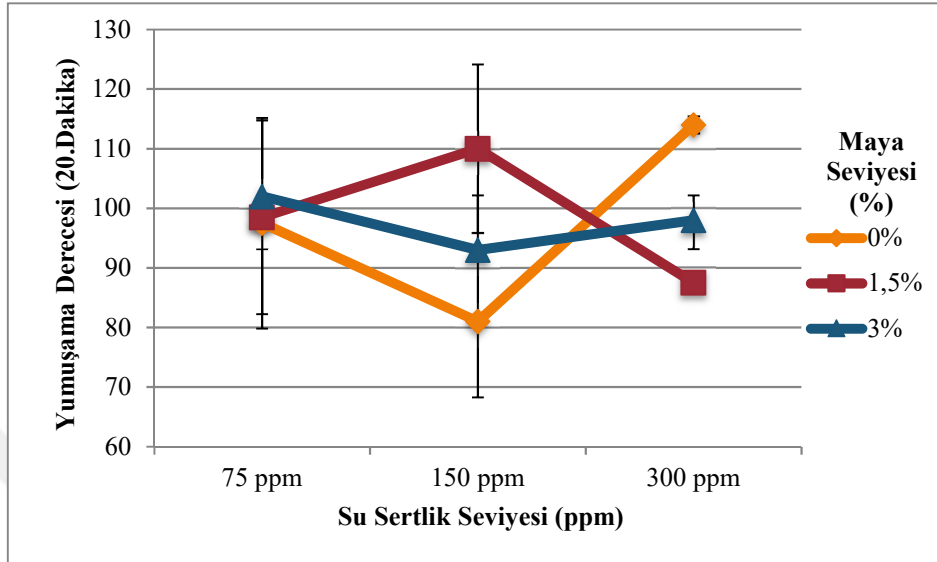
Şekil 26 incelendiğinde 12. Dakika yumuşama derecesi değeri üzerinde etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek 12. Dakika yumuşama derecesi değerleri %0 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi ve %1 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamalarında, en düşük 12. Dakika yumuşama derecesi değerleri ise %0 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi ve %1 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



Şekil 27. 20. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

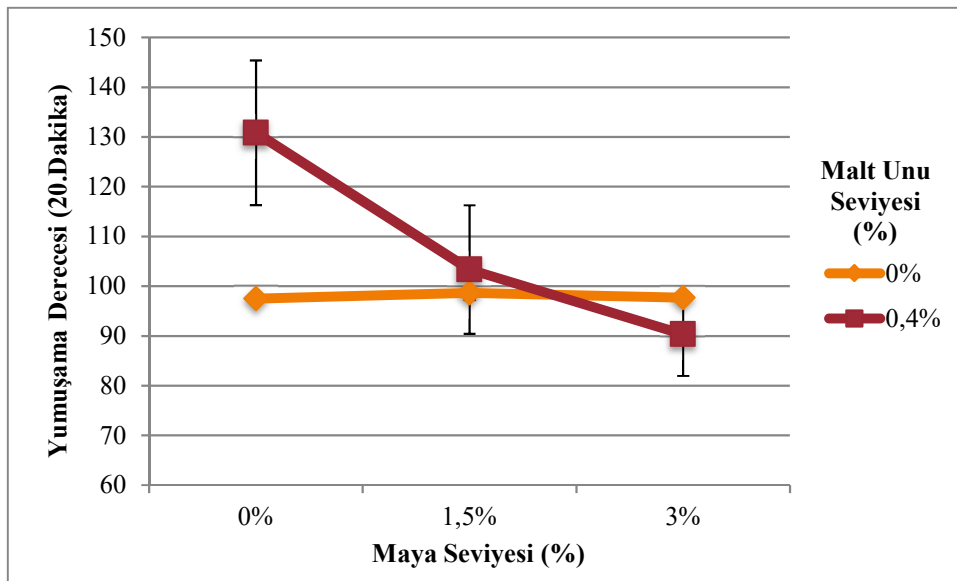
Şekil 27 incelendiğinde 20. Dakika yumuşama derecesi değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek 20. Dakika yumuşama derecesi değerleri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz

seviyesi, 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamalarında, en düşük 20. Dakika yumuşama derecesi değeri ise 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



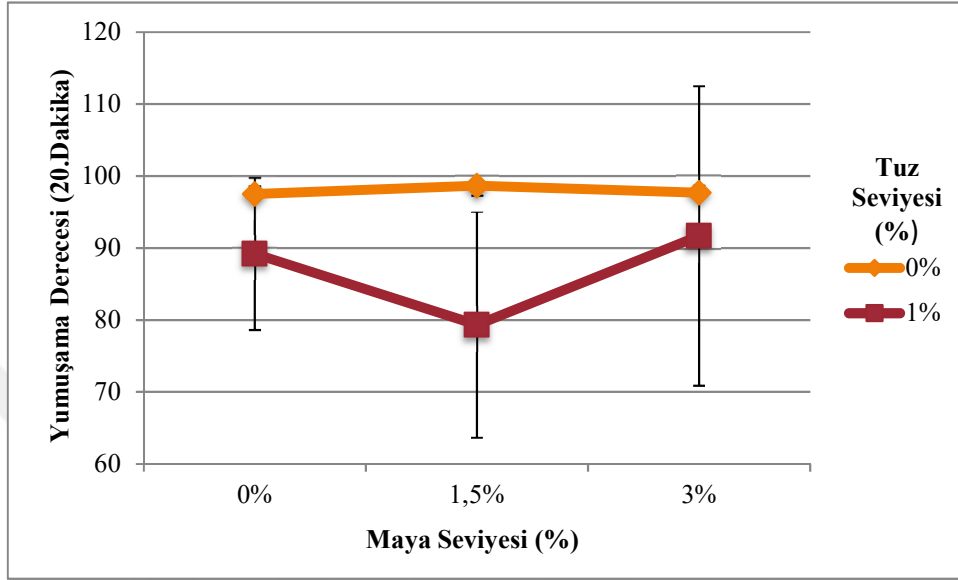
Şekil 28. 20. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 28 incelendiğinde 20. Dakika yumuşama derecesi değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek 20. Dakika yumuşama derecesi değeri 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük 20. Dakika yumuşama derecesi değeri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



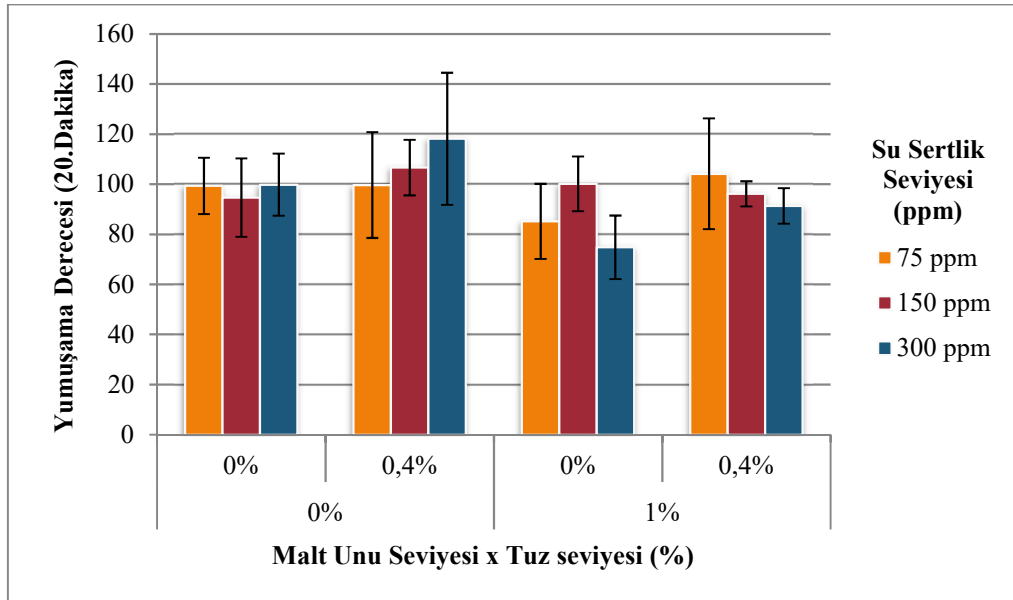
Şekil 29. 20. Dakikada yumuşama derecesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 29 incelendiğinde 20. Dakika yumuşama derecesi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek 20. Dakika yumuşama derecesi değeri %0,4 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük 20. Dakika yumuşama derecesi değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



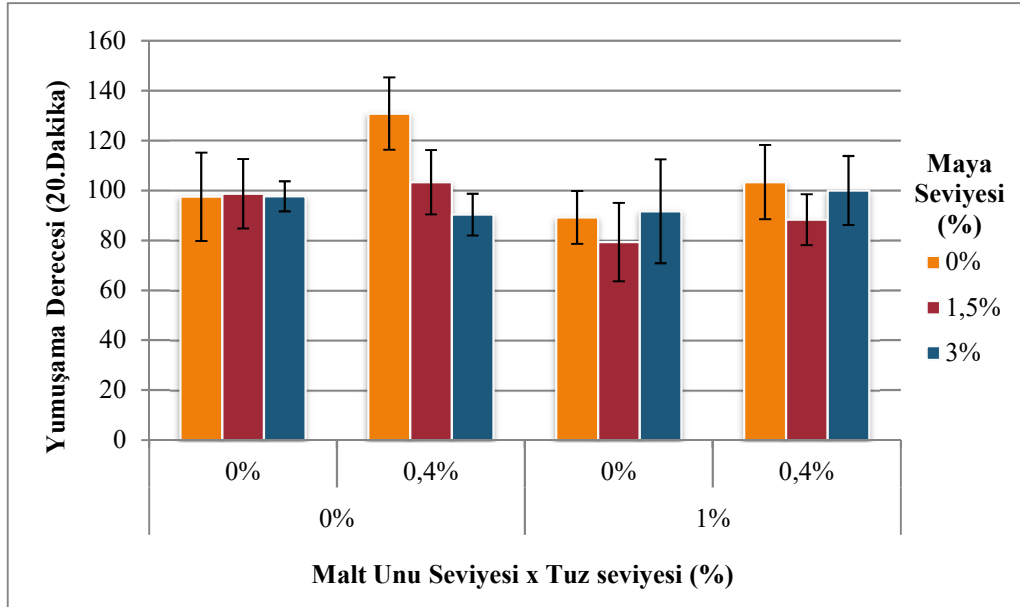
Şekil 30. 20. Dakikadaki yumuşama derecesi üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 30 incelendiğinde 20. Dakikadaki yumuşama derecesi değeri üzerinde etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek 20. Dakikadaki yumuşama derecesi değerleri %0 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi, %0 tuz seviyesi + %1,5 maya seviyesi ve %0 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamalarında, en düşük 20. Dakikadaki yumuşama derecesi değeri ise %1 tuz seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 31. 20. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 31 incelendiğinde 20. Dakika yumuşama derecesi değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek 20. Dakika yumuşama derecesi değeri 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük 20. Dakika yumuşama derecesi değeri ise 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 32. 20. Dakika yumuşama derecesi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 32 incelendiğinde 20. Dakika yumuşama derecesi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil

incelendiğinde en yüksek 20. Dakika yumuşama derecesi değeri %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük 20. Dakika yumuşama derecesi değeri ise %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.

Hamurun Ekstensogram Özelliklerine Ait Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}), Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde çizdirilen, hamurun ekstensogram özelliklerinden uzama kabiliyeti, 5. dakikadaki hamur direnci (R_5), maksimum direnç (R_{max}), oran sayısı ve hamur enerjisi değerlerinin ortalamaları Tablo 12’de, varyasyon analiz sonuçları da Tablo 13 ve 14’de verilmiştir.



Tablo 12. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}), Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerlerinin Ortalamaları

Su Sertlik Seviyesi (ppm)	Malt Unu Seviyesi (%)	Maya Seviyesi (%)	Tuz Seviyesi (%)	Uzama Kabiliyeti (mm)	R_5 (EU)	R_{max} (EU)	Oran sayısı (EU/mm)	Hamur Enerjisi (cm ²)
75	0	0	0	112,00	487,00	491,50	4,30	63,50
			1	104,50	334,50	347,00	3,20	45,00
		1,5	0	104,00	273,50	299,00	2,55	37,00
			1	105,50	627,00	628,50	6,00	77,00
		3,0	0	96,50	474,00	475,00	4,95	54,50
			1	110,00	376,50	389,00	3,45	53,00
	0,4	0	0	104,00	474,50	482,50	4,55	62,00
			1	74,50	237,50	237,50	3,25	22,50
		1,5	0	64,00	152,50	181,00	2,40	14,00
			1	109,50	465,00	470,50	4,25	64,50
		3,0	0	109,00	308,00	312,50	2,85	39,00
			1	90,00	334,50	336,00	3,75	35,50
150	0	0	0	107,50	651,50	657,00	6,05	81,00
			1	114,50	456,00	469,00	4,00	58,50
		1,5	0	110,50	357,50	368,00	3,25	48,50
			1	119,50	596,00	600,00	5,05	80,00
		3,0	0	109,50	432,00	443,50	4,00	55,50
			1	119,00	351,00	363,00	3,00	55,00
	0,4	0	0	112,00	349,00	362,00	3,15	50,50
			1	84,50	264,00	264,50	3,15	27,50
		1,5	0	71,00	192,00	232,50	2,70	19,50
			1	135,50	266,00	572,50	2,40	67,50
		3,0	0	107,50	251,50	260,00	2,40	35,50
			1	94,00	319,00	319,50	3,35	32,00
300	0	0	0	107,50	422,50	432,50	4,05	54,50
			1	111,50	345,00	369,00	3,10	51,50
		1,5	0	108,00	324,00	330,50	3,00	41,00
			1	111,50	635,00	648,50	5,70	83,50
		3,0	0	104,00	501,00	517,50	4,80	59,50
			1	110,50	389,00	427,00	3,60	52,00
	0,4	0	0	104,50	438,50	451,00	4,30	57,50
			1	80,00	248,00	249,50	3,10	23,00
		1,5	0	70,50	152,00	163,00	2,15	15,00
			1	108,00	478,00	479,00	4,45	59,50
		3,0	0	111,00	380,00	394,00	3,45	50,50
			1	99,50	325,50	326,00	3,30	33,50

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde çizdirilen, hamurun ekstensogram özelliklerinden uzama kabiliyeti, 5. dakikadaki hamur direnci (R_5), maksimum direnç (R_{max}), oran sayısı ve hamur enerjisi değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları Tablo 13 ve 14’de verilmiştir.

Tablo 13. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}), Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Uzama Kabiliyeti (mm)		R_5 (EU)		R_{max} (EU)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	432,59	6,92**	992,39	0,65	2851,79	1,76
Malt Unu Seviyesi (B)	1	3120,50	49,93**	319333,68	210,55**	259680,22	159,93**
Tuz Seviyesi (C)	1	2334,72	37,36**	101175,01	66,71**	137812,50	84,88**
Maya Seviyesi (D)	2	1517,56	24,28**	241911,43	159,50**	293670,37	180,87**
A x B	2	1,29	0,02	20336,22	13,41**	3677,93	2,26
A x C	2	35,76	0,57	32769,39	21,60**	14841,37	9,14**
A x D	4	53,14	0,85	3152,28	2,08	2634,23	1,62
B x C	1	2069,39	33,11**	678,35	0,45	773,56	0,48
B x D	2	1398,50	22,38**	5531,68	3,65*	4135,85	2,57
C x D	2	117,06	1,87	6683,68	4,40*	605,79	0,37
A x B x C	2	17,51	0,28	3085,72	2,03	14554,85	8,96**
A x B x D	4	85,17	1,36	10591,66	6,98**	2608,99	1,61
A x C x D	4	77,97	1,25	2569,74	1,70	2919,60	1,80
B x C x D	2	309,56	4,95*	19009,43	12,53**	4286,43	2,64
A x B x C x D	4	26,81	0,43	575,37	0,38	9070,78	5,59**
Hata	36	62,50		1516,81		1623,67	

* $p < 0,05$ düzeyinde önemli

** $p < 0,01$ düzeyinde çok önemli

Tablo 13 incelendiğinde; uzama kabiliyeti değeri üzerine; su sertlik seviyesi, malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü ile interaksyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonları istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) ve malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Tablo 13 incelendiğinde; hamur mukavemeti değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonları istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$), malt unu seviyesi x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonları istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Tablo 13 incelendiğinde; maksimum direnç değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü ile interaksyonlardan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonları istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur. Tablo 14 incelendiğinde; oran sayısı değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü ile interaksyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi

x maya seviyesi interaksyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Tablo 14. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Çizdirilen, Hamurun Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Oran Sayısı (EU/mm)		Hamur Enerjisi (cm ²)	
		KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	0,43	1,86	82,62	4,03*
Malt Unu Seviyesi (B)	1	12,67	54,61**	6479,01	315,83**
Tuz Seviyesi (C)	1	4,01	17,30**	2580,01	125,77**
Maya Seviyesi (D)	2	13,67	58,94**	6063,04	295,56**
A x B	2	1,25	5,40**	133,93	6,53**
A x C	2	3,06	13,18**	138,01	6,73**
A x D	4	0,25	1,09	48,48	2,36
B x C	1	1,74	7,51**	74,01	3,61
B x D	2	2,04	8,79*	135,09	8,05**
C x D	2	0,37	1,58	25,60	1,25
A x B x C	2	0,72	3,12	65,26	3,18
A x B x D	4	1,12	4,83**	13,45	0,65
A x C x D	4	0,18	0,76	32,16	1,57
B x C x D	2	1,81	7,83	143,60	7,00**
A x B x C x D	4	0,12	0,54	107,91	5,26**
Hata	36	0,23		20,51	

* $p<0,05$ düzeyinde önemli

** $p<0,01$ düzeyinde çok önemli

Tablo 14 incelendiğinde; hamur enerjisi değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü ile interaksyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Farklı su sertlik seviyesine ait ekstensogram özelliklerinden uzama kabiliyeti, 5. dakikadaki hamur direnci (R_5), maksimum direnç (R_{max}), oran sayısı ve hamur enerjisi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 15 ve 16'da verilmiştir.

Tablo 15. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Uzama Kabiliyeti (mm)		R_5 (EU)		R_{max} (EU)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	24	98,63 ^b	±15,54	378,71 ^a	±131,22	387,50 ^a	±126,55
150	24	107,08 ^a	±17,56	373,79 ^a	±140,02	409,29 ^a	±142,48
300	24	102,21 ^b	±14,58	386,54 ^a	±124,25	398,96 ^a	±125,46

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 16. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Oran Sayısı (EU/mm)		Hamur Enerjisi (cm ²)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	24	3,79 ^a	±1,06	47,29 ^b	±18,64
150	24	3,54 ^a	±1,15	50,92 ^a	±19,45
300	24	3,75 ^a	±1,00	48,42 ^{ab}	±18,01

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 15 ve 16'daki ortalamalar esas alındığında en yüksek uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri 150 ppm CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesinde, en düşük uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri ise 75 ppm CaCO₃ mg/L ve 300 ppm CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesinde görülmüştür. Ayrıca istatistik sonuçları göz önüne alındığında hamur mukavemeti, maksimum direnç ve oran sayısı değerlerinde su sertlik seviyesi için farklılık görülmemiştir. Sert su fazla miktarda mineral içermektedir. Bu yüzden fermentasyon ortamındaki bir değişiklik hamuru daha güçlü veya daha zayıf hale getirerek reolojik özelliklerini etkileyecektir (Sinani *et al.* 2014).

Farklı malt unu seviyesine ait ekstensogram özelliklerinden uzama kabiliyeti, 5. dakikadaki hamur direnci (R_5), maksimum direnç (R_{max}), oran sayısı ve hamur enerjisi değerleri değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 17 ve 18'de verilmiştir.

Tablo 17. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Uzama Kabiliyeti (mm)		R_5 (EU)		R_{max} (EU)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	36	109,22 ^a	±8,16	446,28 ^a	±119,46	458,64 ^a	±115,53
0,4	36	96,06 ^b	±19,24	313,08 ^b	±104,90	338,53 ^b	±116,63

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 18. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Oran Sayısı (EU/mm)		Hamur Enerjisi (cm ²)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	36	4,11 ^a	±1,14	58,36 ^a	±14,05
0,4	36	3,27 ^b	±0,80	39,39 ^b	±17,67

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 17 ve 18'deki ortalamalar esas alındığında malt unu seviyesi arttıkça uzama kabiliyeti, hamur mukavemeti, maksimum direnç, oran sayısı ve hamur enerjisi değerlerinde azalma görülmüştür. Yapılan bir çalışmada bileşenlerin miktarlarının değişmesiyle de oran sayısı ve gözenek özellikleri gibi parametreler değişmiştir (Doğan ve Yıldız 2009). Ekstensograf oran sayısı değeri hamurun viskoelastik dengesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Mankan 2008).

Farklı tuz seviyesine ait ekstensogram özelliklerinden uzama kabiliyeti, 5. dakikadaki hamur direnci (R₅), maksimum direnç (R_{max}), oran sayısı ve hamur enerjisi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 19 ve 20'de verilmiştir.

Tablo 19. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R₅), Maksimum Direnç (R_{max}), Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Uzama Kabiliyeti (mm)		R ₅ (EU)		R _{max} (EU)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	36	96,94 ^b	±17,82	342,19 ^b	±130,74	354,83 ^b	±127,34
1	36	108,33 ^a	±11,91	417,17 ^a	±120,07	442,33 ^a	±119,24

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 20. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Oran Sayısı (EU/mm)		Hamur Enerjisi (cm ²)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	36	3,46 ^b	±0,99	42,89 ^b	±19,39
1	36	3,93 ^a	±1,09	54,86 ^a	±16,03

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 19 ve 20'deki ortalamalar esas alındığında tuz seviyesi arttıkça uzama kabiliyeti, hamur mukavemeti, maksimum direnç, oran sayısı ve hamur enerjisi değerlerinde artış görülmüştür. Tuz ile un proteinleri özellikle gluten arasında bulunan interaksyondan dolayı hamurun visko-elastik özelliğini etkilediği için uzama kabiliyeti değeri olumsuz etkilenmiştir.

Farklı maya seviyesine ait ekstensogram özelliklerinden uzama kabiliyeti, 5. dakikadaki hamur direnci (R_5), maksimum direnç (R_{max}), oran sayısı ve hamur enerjisi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 21 ve 22’de verilmiştir.

Tablo 21. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Uzama Kabiliyeti, 5. Dakikadaki Hamur Direnci (R_5), Maksimum Direnç (R_{max}) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Maya Seviyesi (%)	N	Uzama Kabiliyeti (mm)		R_5 (EU)		R_{max} (EU)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	111,42 ^a	±10,69	490,83 ^a	±119,82	522,96 ^a	±98,37
1,5	24	100,58 ^b	±14,65	352,62 ^b	±97,94	361,58 ^b	±100,98
3	24	95,92 ^c	±18,42	295,58 ^c	±85,79	311,21 ^c	±83,02

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Tablo 22. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekstensogram Özelliklerinden Oran Sayısı ve Hamur Enerjisi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Maya Seviyesi (%)	N	Oran Sayısı (EU/mm)		Hamur Enerjisi (cm ²)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	4,52 ^a	±1,14	66,77 ^a	±11,32
1,5	24	3,52 ^b	±0,83	43,54 ^b	±13,89
3	24	3,04 ^c	±0,56	36,33 ^c	±14,44

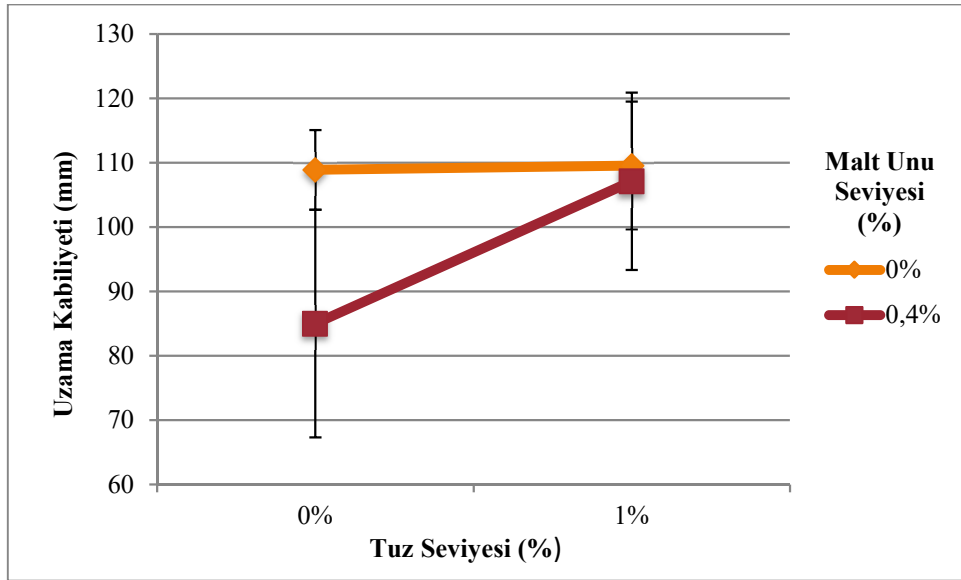
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$).

Tablo 21 ve 22’deki ortalamalar esas alındığında maya seviyesinin artması ile uzama kabiliyeti, hamur mukavemeti, maksimum direnç, oran sayısı ve hamur enerjisi değerinde azalma görülmüştür.

Tablo 13 incelendiğinde uzama kabiliyeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 33’ de, malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 34’de, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 35’de verilmiştir.

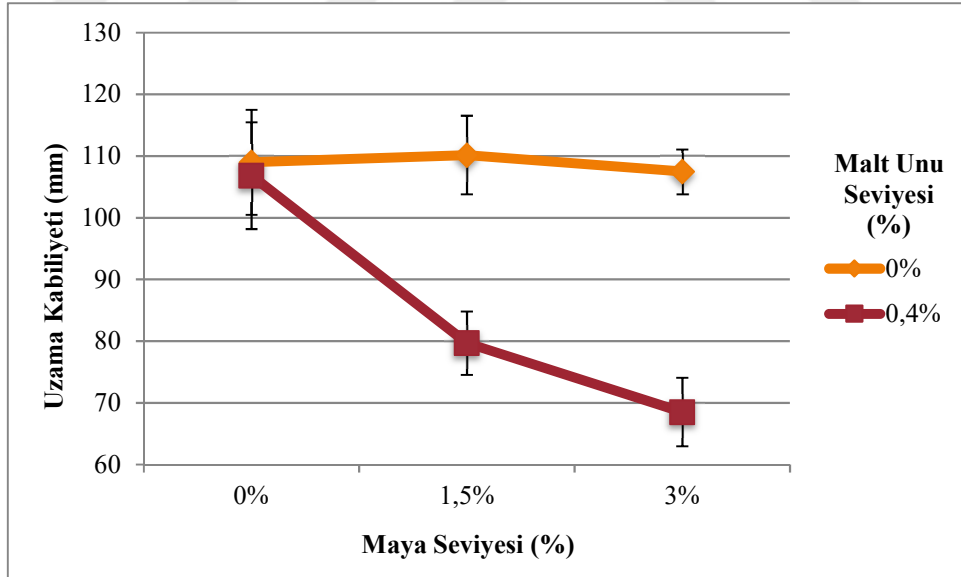
Tablo 13 incelendiğinde hamur mukavemeti üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi Şekil 36’da, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi Şekil 37’de, malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 38’de, tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 39’da, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 40’da, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 41’de verilmiştir.

Tablo 13 incelendiğinde maksimum direnç üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi Şekil 42’de, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 43’de verilmiştir.



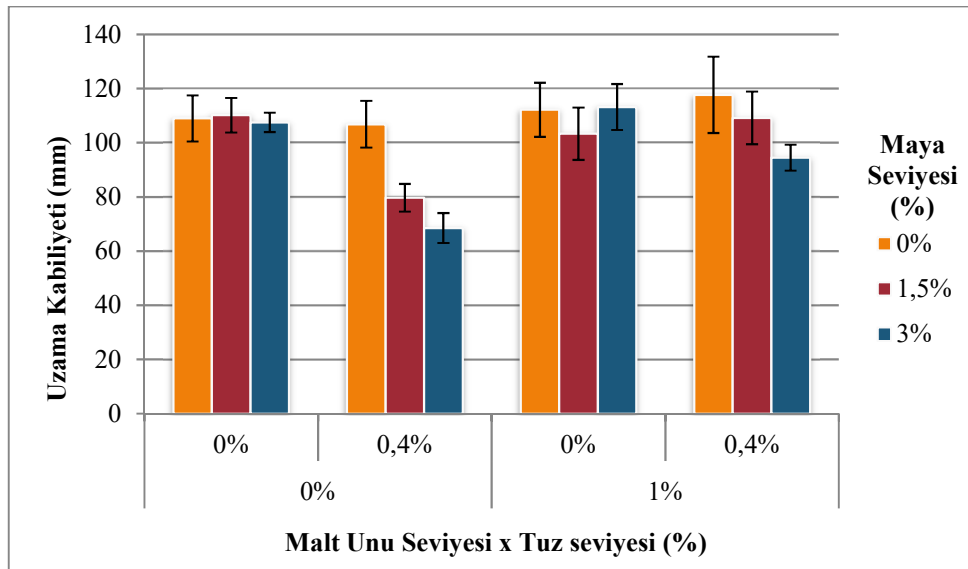
Şekil 33. Uzama kabiliyeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi etkileşimi

Şekil 33 incelendiğinde uzama kabiliyeti değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi etkileşimi gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek uzama kabiliyeti değeri %0 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi, %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi ve %0,4 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamalarında, en düşük uzama kabiliyeti değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



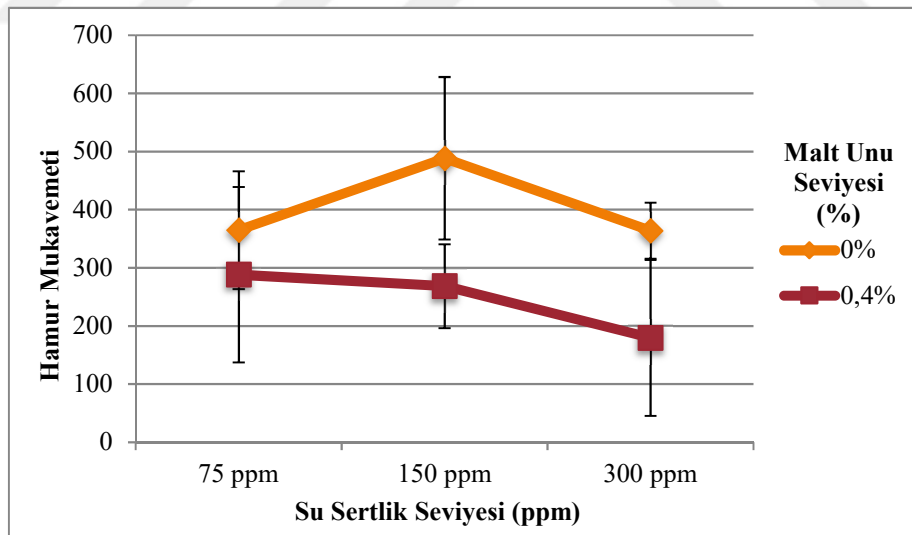
Şekil 34. Uzama kabiliyeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi etkileşimi

Şekil 34 incelendiğinde uzama kabiliyeti değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi etkileşimi gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek uzama kabiliyeti değeri %0 malt unu seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında, en düşük uzama kabiliyeti değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



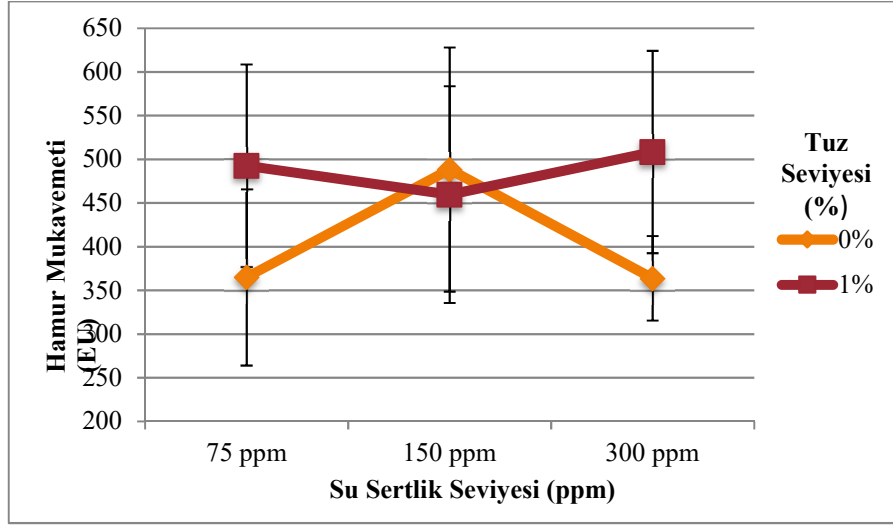
Şekil 35. Uzama kabiliyeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 35 incelendiğinde uzama kabiliyeti değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek uzama kabiliyeti değeri %0,4 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük uzama kabiliyeti değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



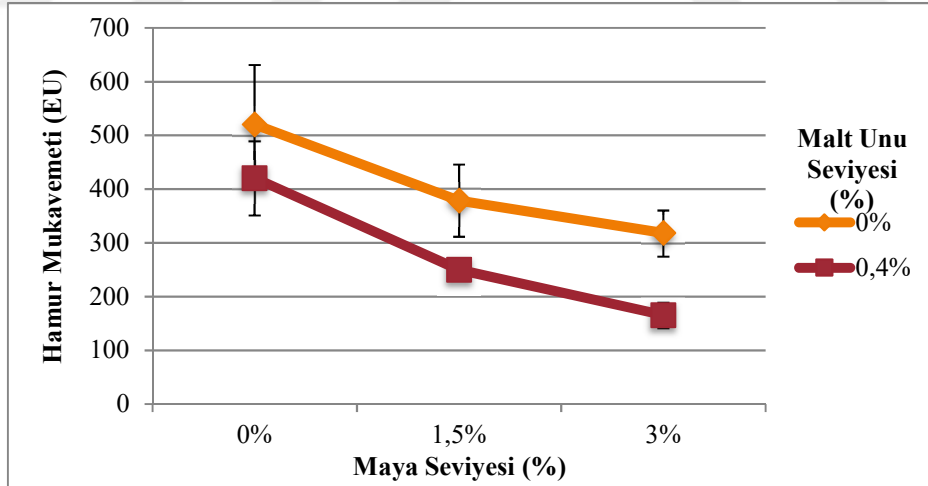
Şekil 36. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu interaksyonu

Şekil 36 incelendiğinde hamur mukavemeti değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur mukavemeti değeri 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi uygulamasında, en düşük hamur mukavemeti değeri ise 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi uygulamasında görülmüştür.



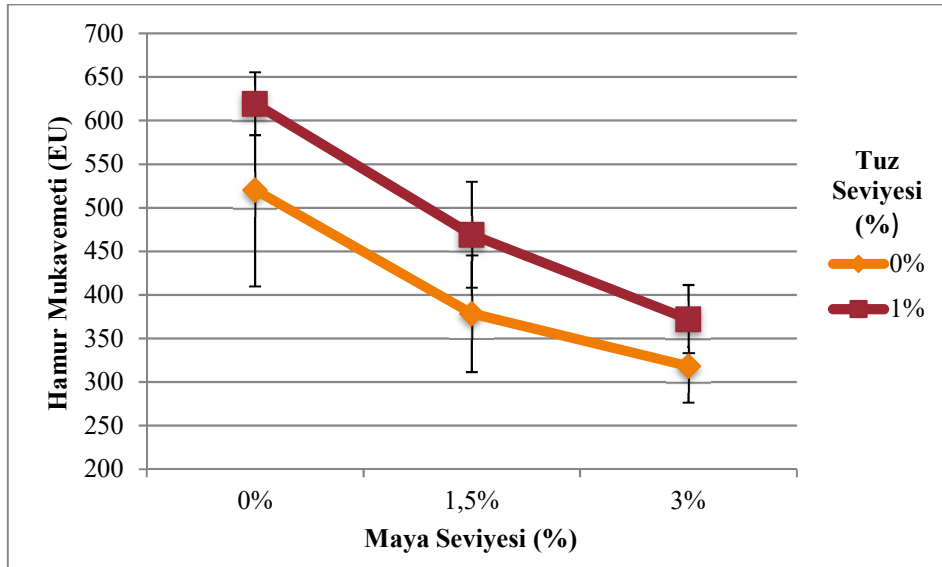
Şekil 37. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu

Şekil 37 incelendiğinde hamur mukavemeti değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur mukavemeti değeri 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük hamur mukavemeti değerleri ise 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



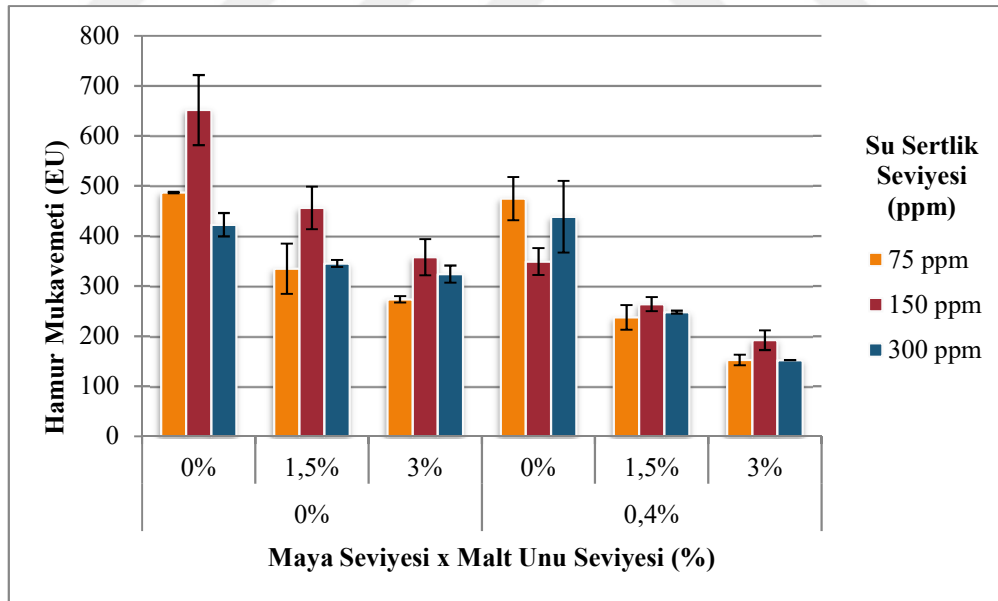
Şekil 38. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu

Şekil 38 incelendiğinde hamur mukavemeti değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur mukavemeti değeri %0 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük hamur mukavemeti değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür. Bütün maya seviyelerinde malt unu seviyesi arttıkça hamur mukavemeti değeri azalmıştır.



Şekil 39. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

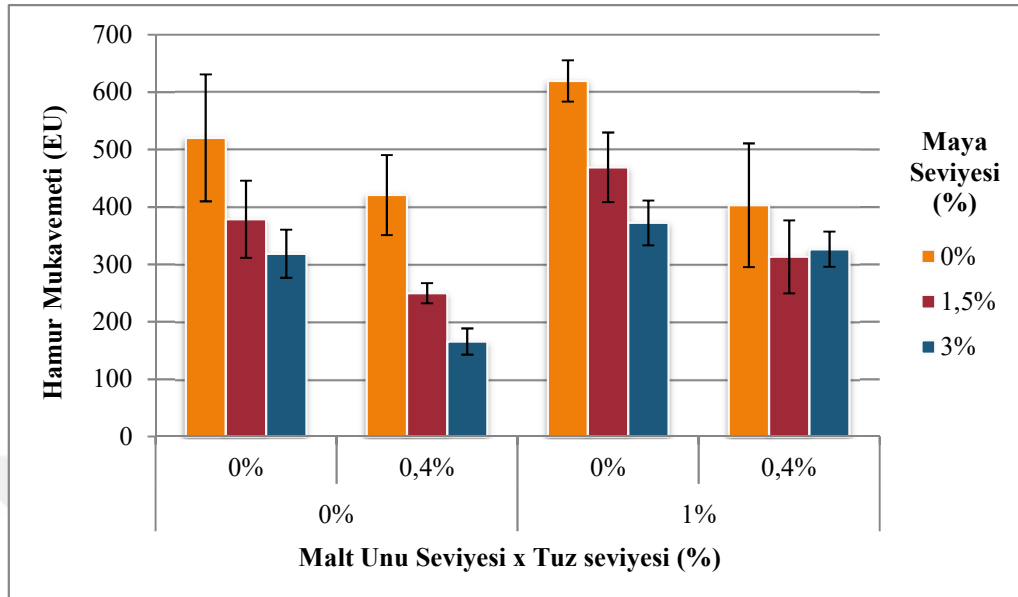
Şekil 39 incelendiğinde hamur mukavemeti değeri üzerinde etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur mukavemeti değeri %1 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük hamur mukavemeti değeri ise %0 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür. Bütün maya seviyelerinde tuz seviyeleri arttıkça hamur mukavemeti değerleri artmıştır.



Şekil 40. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

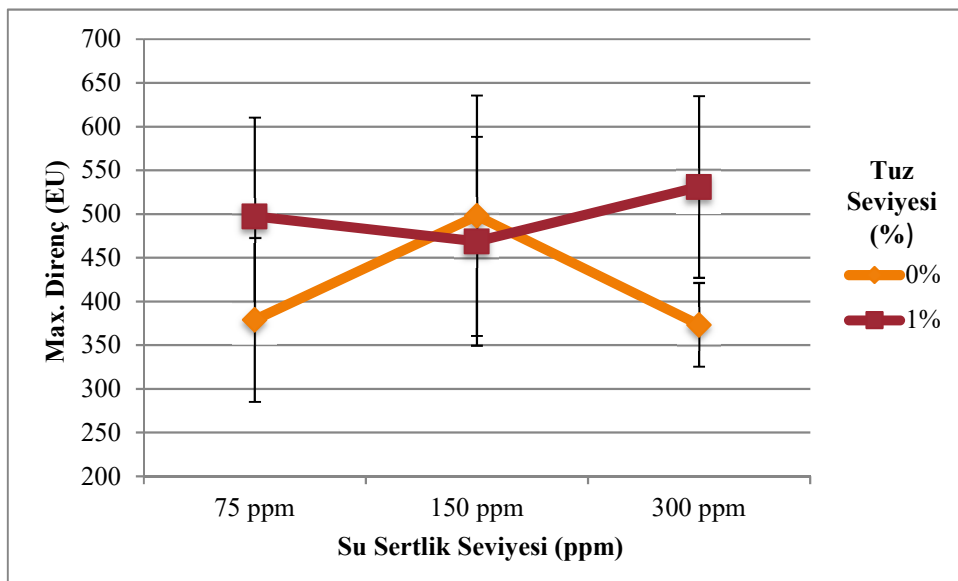
Şekil 40 incelendiğinde hamur mukavemeti değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur mukavemeti değeri 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük hamur mukavemeti

değerleri ise 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



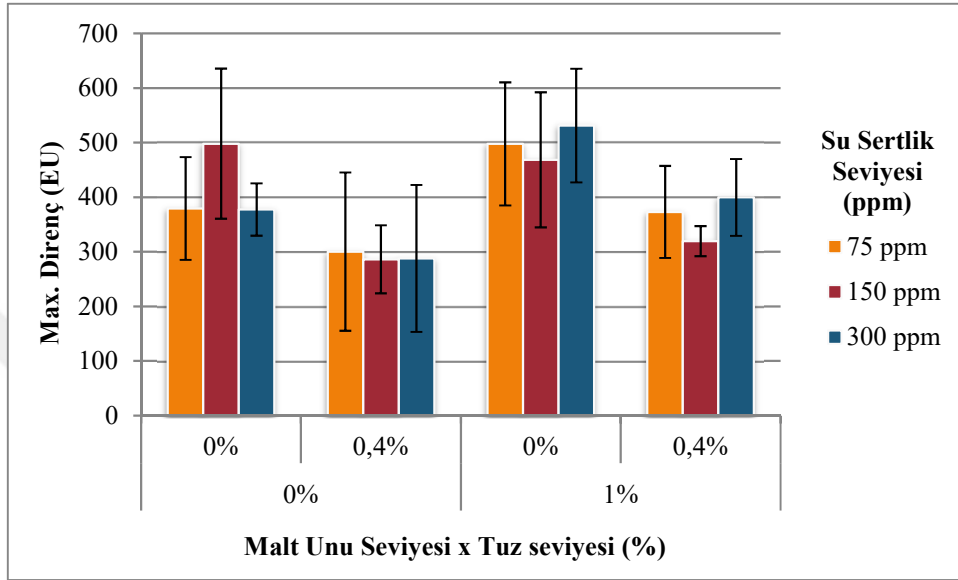
Şekil 41. Hamur mukavemeti üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu

Şekil 41 incelendiğinde hamur mukavemeti değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur mukavemeti değeri %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük hamur mukavemeti değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 42. Maksimum direnç üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu

Şekil 42 incelendiğinde maksimum direnç değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek maksimum direnç değeri 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük maksimum direnç değerleri ise 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamalarında görülmüştür.

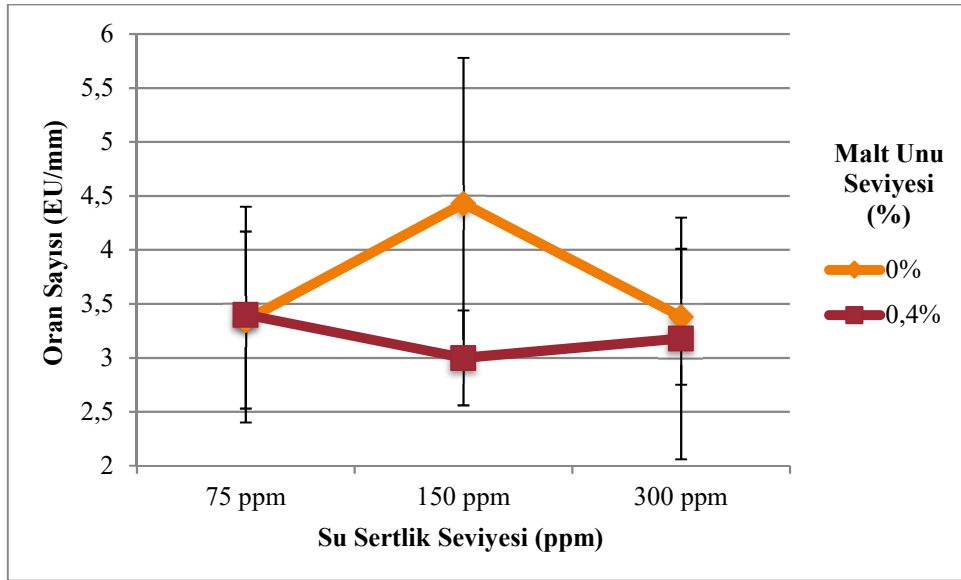


Şekil 43. Maksimum direnç üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 43 incelendiğinde maksimum direnç değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek maksimum direnç değeri 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük maksimum direnç değerleri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamalarında görülmüştür.

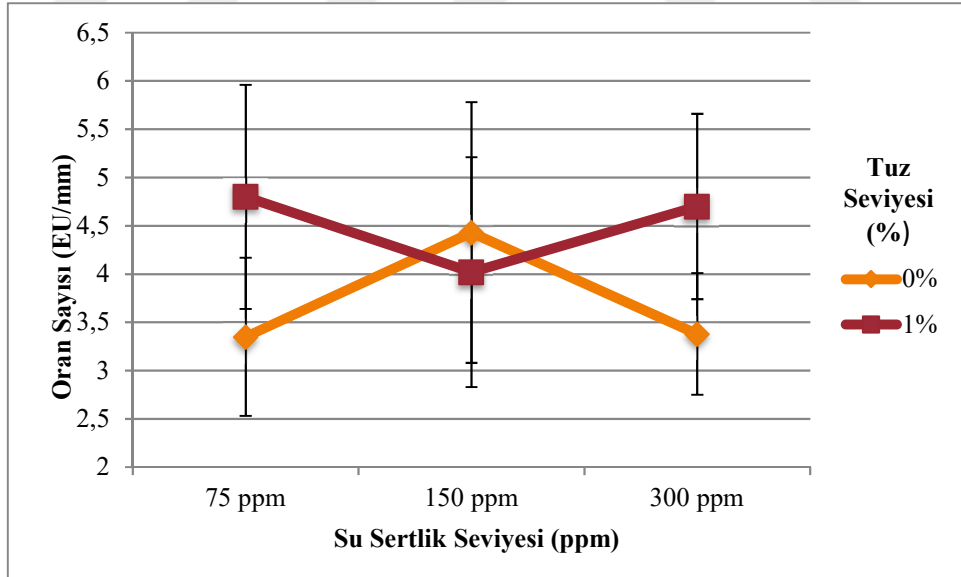
Tablo 14 incelendiğinde oran sayısı üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi Şekil 44’de, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi Şekil 45’de, malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 46’da, malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 47’de, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 48’de verilmiştir.

Tablo 14 incelendiğinde hamur enerjisi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi Şekil 49’da, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi Şekil 50’de, malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 51’de, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 52’de verilmiştir.



Şekil 44. Oran sayısı üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu

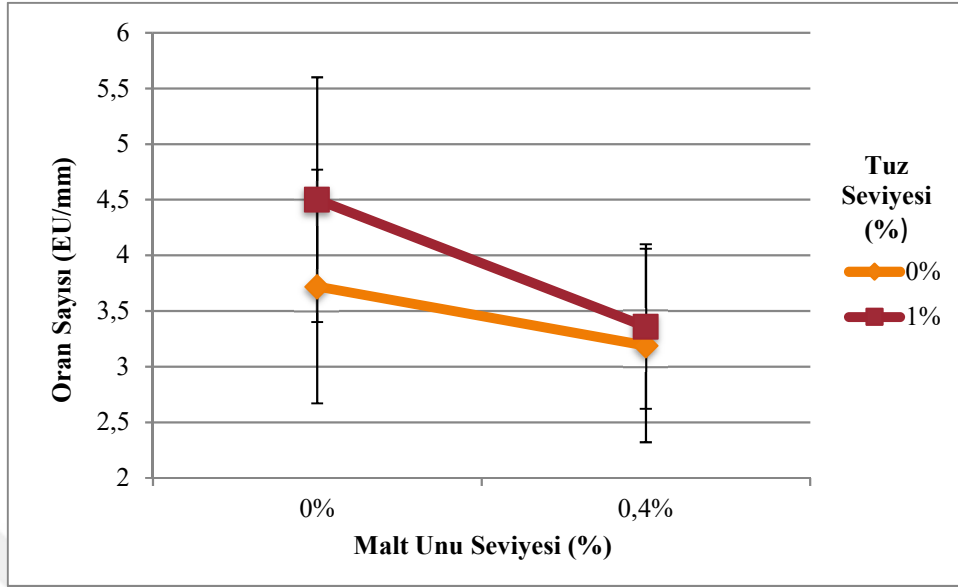
Şekil 44 incelendiğinde oran sayısı değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek oran sayısı değeri 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi uygulamasında, en düşük oran sayısı değeri ise 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 45. Oran sayısı üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

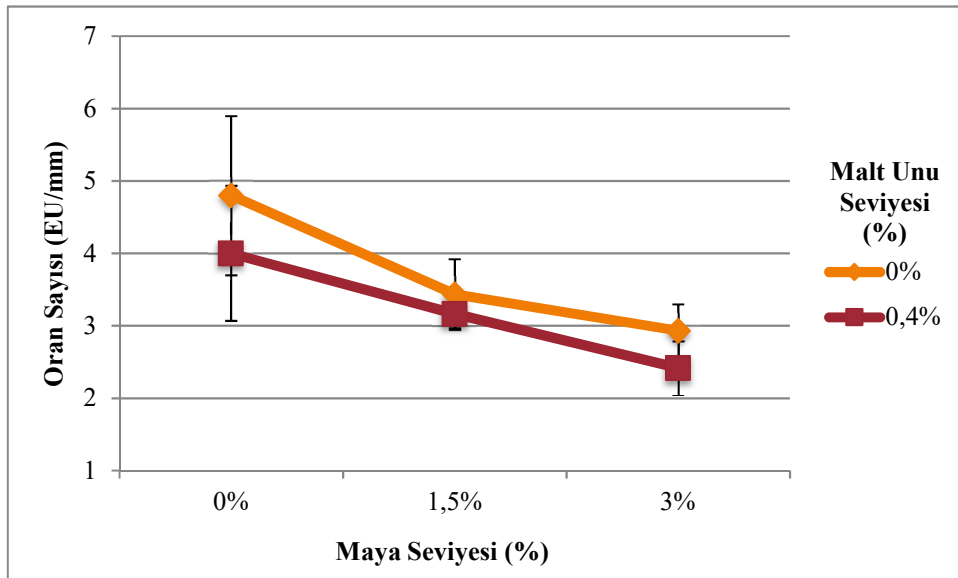
Şekil 45 incelendiğinde oran sayısı değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek oran sayısı değerleri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamalarında, en düşük oran sayısı değerleri ise 75 ppm CaCO_3

mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi ve 300 ppm CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



Şekil 46. Oran sayısı üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

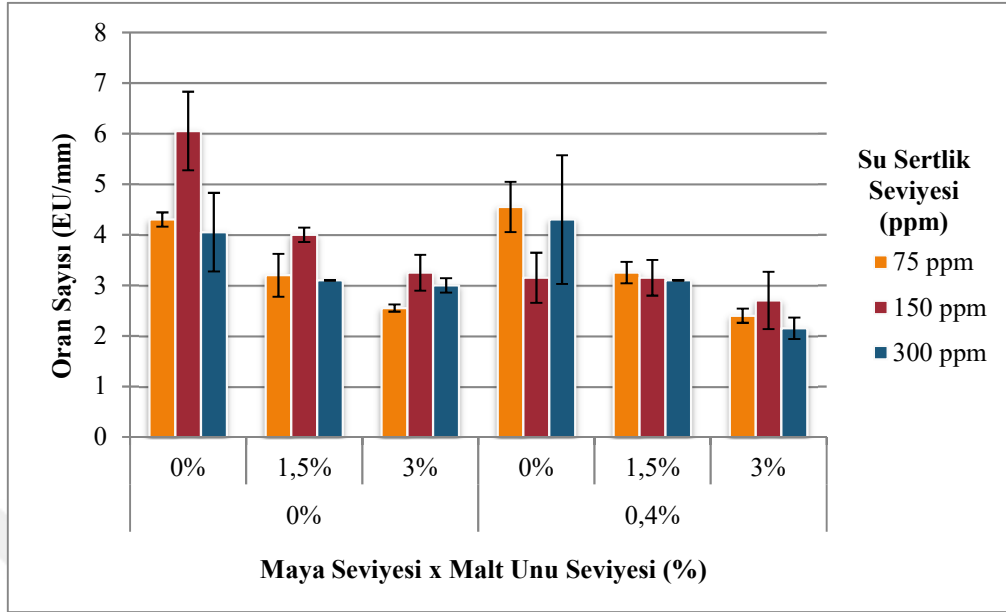
Şekil 46 incelendiğinde oran sayısı değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek oran sayısı değeri %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük oran sayısı değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür. Bütün malt unu seviyelerinde tuz seviyesi arttıkça oran sayısı da artmıştır.



Şekil 47. Oran sayısı üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

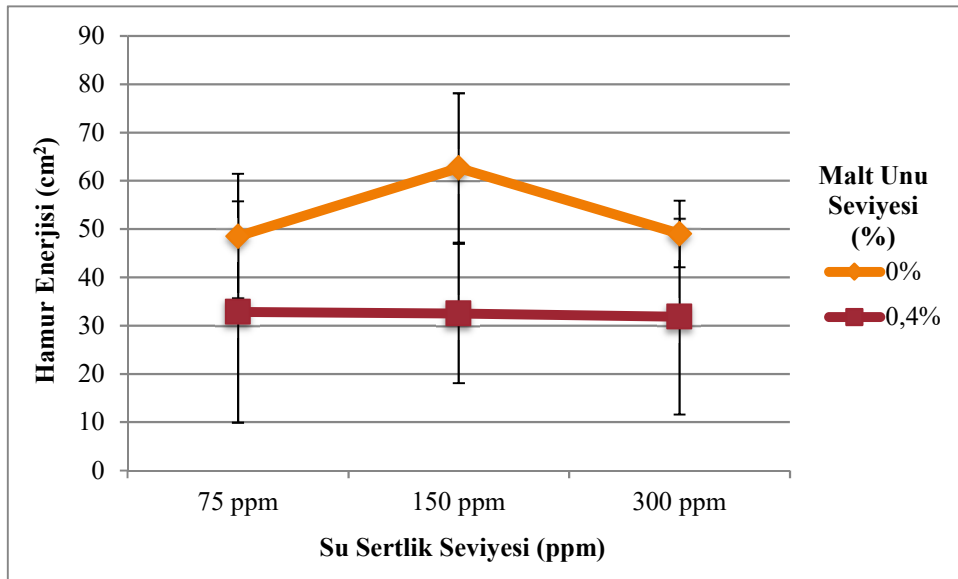
Şekil 47 incelendiğinde oran sayısı değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek oran sayısı değeri %0 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük oran sayısı değeri ise

%0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür. Bütün maya seviyelerinde malt unu seviyesi azaldıkça oran sayısı değeri artmıştır.



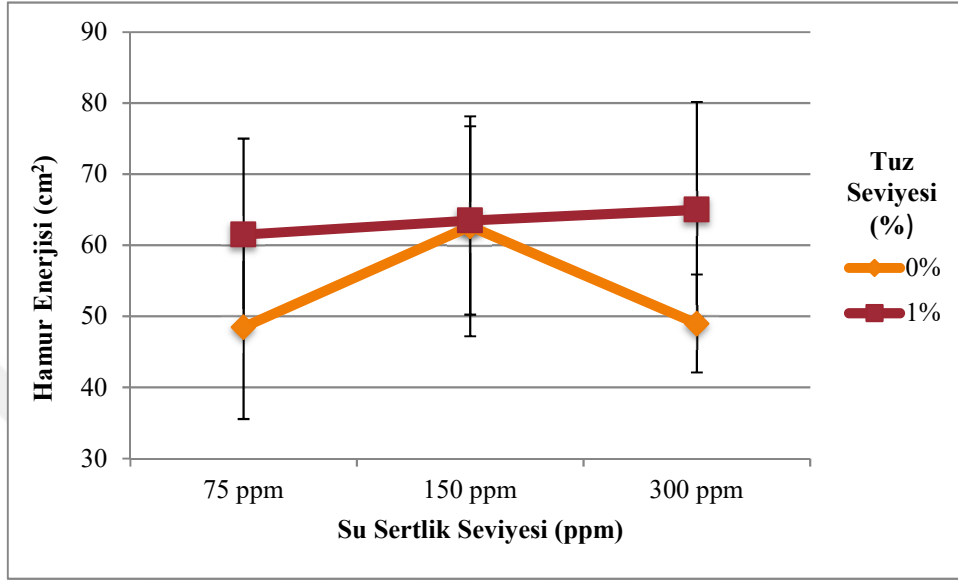
Şekil 48. Oran sayısı üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu

Şekil 48 incelendiğinde oran sayısı değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek oran sayısı değeri 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük oran sayısı değeri ise 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



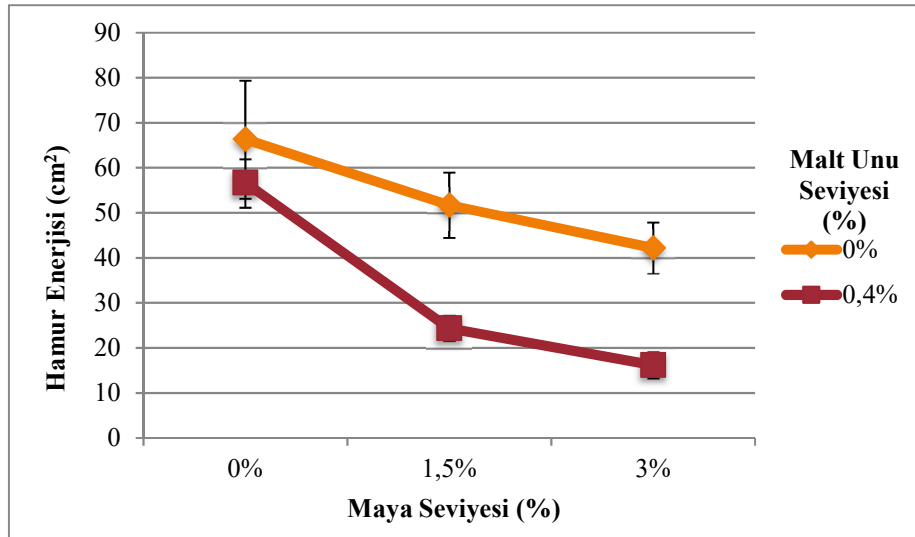
Şekil 49. Hamur enerjisi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksiyonu

Şekil 49 incelendiğinde hamur enerjisi değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur enerjisi değeri 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi uygulamasında, en düşük hamur enerjisi değeri ise 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi uygulamasında görülmüştür.



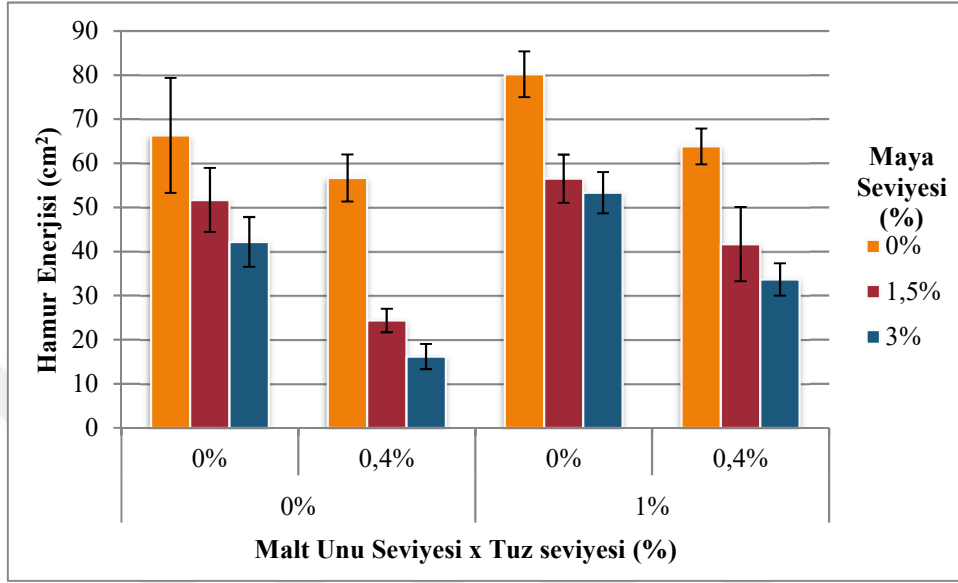
Şekil 50. Hamur enerjisi üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 50 incelendiğinde hamur enerjisi değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur enerjisi değeri 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük hamur enerjisi değerleri ise 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



Şekil 51. Hamur enerjisi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 51 incelendiğinde hamur enerjisi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur enerjisi değeri %0 malt unu seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük hamur enerjisi değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür. Bütün maya seviyelerinde malt unu seviyesi azaldıkça hamur enerjisi değeri artmıştır.



Şekil 52. Hamur enerjisi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 52 incelendiğinde hamur enerjisi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek hamur enerjisi değeri %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında, en düşük hamur enerjisi değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %3 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.

Ekmek Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde hazırlanan ekmeğin kabuğuna ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin ortalamaları Tablo 23’de, varyasyon analiz sonuçları Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 23. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin Kabuğuna Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerlerinin Ortalamaları

Su Sertlik Seviyesi (ppm)	Malt Unu Seviyesi (%)	Maya Seviyesi (%)	Tuz Seviyesi (%)	Ekmek Kabuğu Renk Değerleri		
				L^* (Açıklık Koyuluk)	$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)	$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)
75	0	1,5	0	63,06	11,83	26,21
			1	67,79	8,07	25,97
		3,0	0	61,99	11,44	21,28
			1	70,02	7,30	24,71
	0,4	1,5	0	58,89	12,88	25,25
			1	62,64	11,01	27,56
		3,0	0	60,65	11,28	22,37
			1	64,75	9,16	23,82
150	0	1,5	0	62,86	11,20	29,05
			1	68,97	6,92	28,31
		3,0	0	64,42	10,28	25,45
			1	69,98	7,40	25,66
	0,4	1,5	0	57,52	13,54	27,88
			1	63,13	10,76	29,62
		3,0	0	60,04	12,24	24,95
			1	64,53	10,49	27,46
300	0	1,5	0	65,58	11,31	30,79
			1	68,24	8,60	29,72
		3,0	0	65,95	10,59	27,23
			1	69,33	8,13	26,99
	0,4	1,5	0	60,60	12,69	28,88
			1	64,62	10,57	29,87
		3,0	0	63,11	11,76	25,78
			1	65,69	10,01	26,40

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde hazırlanan ekmeğin kabuğuna ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin varyasyon analiz sonuçları Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin Kabuğuna Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerlerinin Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Ekmek Kabuğu Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	13,19	2,21	0,05	0,02	54,83	37,34**
Malt Unu Seviyesi (B)	1	225,64	37,90**	45,42	24,52**	0,20	0,13
Tuz Seviyesi (C)	1	22,81	3,83	7,20	3,90	114,11	77,08**
Maya Seviyesi (D)	1	252,22	42,36**	88,75	48,01**	10,04	6,78*
A x B	2	2,58	0,43	2,29	1,24	2,06	1,40
A x C	2	0,18	0,03	0,45	0,24	0,180	0,13
A x D	2	6,17	1,04	0,63	0,34	2,77	1,88
B x C	1	3,17	0,53	1,15	0,63	0,02	0,01
B x D	2	2,95	0,49	5,12	2,77	5,70	3,86
C x D	2	0,16	0,02	0,49	0,26	2,05	1,39
A x B x C	2	0,11	0,02	0,25	0,13	0,19	0,13
A x B x D	2	1,90	0,32	0,42	0,23	1,12	0,76
A x C x D	2	2,01	0,34	0,58	0,32	0,35	0,24
B x C x D	2	2,68	0,45	0,01	0,01	2,92	1,97
A x B x C x D	2	0,37	0,06	0,02	0,01	1,30	0,88
Hata	27	5,95		1,85		1,48	

* $p<0,05$ düzeyinde önemli

** $p<0,01$ düzeyinde çok önemli

Tablo 24 incelendiğinde; ekmek kabuğu renk değerlerinden L değeri üzerine; malt unu seviyesi ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Tablo 24 incelendiğinde; ekmek kabuğu renk değerlerinden a değeri üzerine; malt unu seviyesi ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

Tablo 24 incelendiğinde; ekmek kabuğu renk değerlerinden b değeri üzerine; su sertlik seviyesi ve tuz seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

Farklı su sertlik seviyesine ait ekmeğin kabuk L^* , a^* ve b^* renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Ekmek Kabuğu Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	16	63,72 ^a	±3,69	10,37 ^a	±1,97	24,65 ^c	±2,15
150	16	63,93 ^a	±4,54	10,35 ^a	±2,33	27,30 ^b	±2,09
300	16	65,39 ^a	±3,32	10,46 ^a	±2,03	28,21 ^a	±1,85

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 25'deki ortalamalar esas alındığında suyun sertlik seviyesi ekmeğin kabuk renginde L^* ve $+a^*$ değerlerinde herhangi bir farka yol açmamıştır. Fakat 300 ppm CaCO₃ mg/L sertlik seviyesinde en yüksek $+b^*$ değeri, 75 ppm CaCO₃ mg/L sertlik seviyesinde ise en düşük $+b^*$ değeri görülmüştür.

Farklı malt unu seviyesine ait ekmeğin kabuk L^* , a^* ve b^* renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Ekmek Kabuğu Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	66,52 ^a	±3,21	9,42 ^b	±2,11	26,78 ^a	±2,59
0,4	24	62,18 ^b	±3,25	11,37 ^a	±1,54	26,65 ^a	±2,48

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 26'daki ortalamalar esas alındığında %0 malt unu seviyesinde en yüksek L^* ve en düşük $+a^*$ değeri gözlenirken %0,4 malt unu seviyesinde en düşük L^* ve en yüksek $+a^*$ değeri görülmüştür. Fakat $+b^*$ değerlerinde herhangi bir fark görülmemiştir.

Farklı tuz seviyesine ait ekmeğin kabuk L^* , a^* ve b^* renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 27. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Ekmek Kabuğu Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	63,66 ^a	±3,74	10,78 ^a	±2,11	28,26 ^a	±2,01
1	24	65,04 ^a	±3,96	10,01 ^a	±1,99	25,18 ^b	±1,97

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 27'deki ortalamalar esas alındığında tuz seviyesinin ekmek kabuk renginde L^* ve $+a^*$ değerlerinde herhangi bir farka yol açmamıştır. Fakat tuz seviyesinin artmasıyla $+b^*$ değerinde azalma gözlemlenmiştir.

Farklı maya seviyesine ait ekmeğin kabuk L^* , a^* ve b^* renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin Kabuk L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Maya Seviyesi (%)	N	Ekmek Kabuğu Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
1,5	24	62,06 ^b	±3,15	11,76 ^a	±1,29	26,26 ^b	±2,79
3	24	66,64 ^a	±3,13	9,04 ^b	±1,80	27,18 ^a	±2,16

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Tablo 28'deki ortalamalar esas alındığında maya seviyesinin artmasıyla ekmeğin kabuk rengindeki L^* ve b^* değerlerinde artış, a^* değerinde azalma gözlemlenmiştir.

Ekmek İç L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde hazırlanan ekmeğin içine ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin ortalamaları Tablo 29’da, varyasyon analiz sonuçları Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 29. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin İçine Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerlerinin Ortalamaları

Su Sertlik Seviyesi (ppm)	Malt Unu Seviyesi (%)	Maya Seviyesi (%)	Tuz Seviyesi (%)	Ekmek İçi Renk Değerleri		
				L^* (Açıklık Koyuluk)	$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)	$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)
75	0	1,5	0	71,66	-1,28	11,67
			1	71,20	-1,16	12,00
			0	74,14	-1,16	11,69
		3,0	1	72,74	-1,25	12,36
	0,4	1,5	0	67,19	-1,28	11,02
			1	66,11	-1,16	11,46
			0	70,25	-1,26	11,20
		3,0	1	70,01	-1,23	12,32
150	0		0	72,72	-1,29	13,00
		1,5	1	72,67	-1,38	12,88
			0	73,16	-1,39	12,07
		3,0	1	71,59	-1,31	12,02
	0,4	1,5	0	66,91	-1,39	11,08
			1	65,41	-1,33	11,47
			0	69,76	-1,28	11,85
		3,0	1	69,18	-1,25	11,94
300	0		0	71,27	-1,25	12,51
		1,5	1	70,96	-1,27	13,32
			0	71,75	-1,42	12,16
		3,0	1	71,24	-1,42	12,58
	0,4	1,5	0	66,52	-1,48	11,45
			1	65,86	-1,39	11,59
			0	68,89	-1,34	12,05
		3,0	1	67,51	-1,29	11,84

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde hazırlanan ekmeğin içine ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin varyasyon analiz sonuçları Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin İçine Ait L^* , a^* ve b^* Renk Değerlerinin Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Ekmek İçi Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	6,03	2,58	0,08	2,57	0,93	1,09
Malt Unu Seviyesi (B)	1	221,15	94,78**	0,01	0,03	6,70	7,90**
Tuz Seviyesi (C)	1	39,40	16,89**	0,01	0,02	0,03	0,03
Maya Seviyesi (D)	1	7,90	3,38	0,01	0,34	1,36	1,60
A x B	2	0,56	0,24	0,01	0,14	0,30	0,36
A x C	2	2,70	1,16	0,01	0,12	0,28	0,32
A x D	2	0,05	0,02	0,01	0,02	0,32	0,38
B x C	1	15,09	6,47*	0,04	1,36	2,64	3,11
B x D	2	0,10	0,04	0,01	0,38	0,01	0,01
C x D	2	0,21	0,09	0,01	0,08	0,01	0,01
A x B x C	2	1,45	0,62	0,03	0,80	0,36	0,42
A x B x D	2	0,20	0,08	0,01	0,01	0,30	0,35
A x C x D	2	0,04	0,02	0,01	0,40	0,20	0,24
B x C x D	2	1,14	0,49	0,01	0,59	0,01	0,01
A x B x C x D	2	0,60	0,26	0,01	0,22	0,03	0,03
Hata	27	2,33		0,03		0,85	

* $p < 0,05$ düzeyinde önemli

** $p < 0,01$ düzeyinde çok önemli

Tablo 30 incelendiğinde; ekmek içi L değeri üzerine; malt unu seviyesi ve tuz seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) ve malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Tablo 30 incelendiğinde; ekmek içi b değeri üzerine; malt unu seviyesi, faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur.

Farklı su sertlik seviyesine ait ekmeğin, ekmek içi L^* , a^* ve b^* renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Ekmek İçi Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	16	70,41 ^a	±2,75	-1,22 ^a	±0,11	11,72 ^a	±0,64
150	16	70,17 ^a	±3,11	-1,33 ^a	±0,71	12,04 ^a	±0,66
300	16	69,25 ^a	±2,49	-1,35 ^a	±0,21	12,19 ^a	±1,21

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Tablo 31'deki ortalamalar esas alındığında suyun sertlik seviyesi ekmeğin iç rengindeki L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde bir fark yarattığı görülmemiştir.

Farklı malt unu seviyesine ait ekmeğin, ekmek içi L^* , a^* ve b^* renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 32. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Ekmek İçi Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	72,09 ^a	±1,55	-1,30 ^a	±0,13	12,35 ^a	±0,63
0,4	24	67,80 ^b	±1,96	-1,31 ^a	±0,17	11,61 ^b	±0,94

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 32'deki ortalamalar esas alındığında malt unu seviyesinin artmasıyla ekmek içi renk değerlerinden L^* ve b^* değerlerinde azalma meydana geldiği görülmüştür. Fakat ekmek içi renk değerlerinden $-a^*$ değeri üzerinde farklılık görülmemiştir.

Farklı tuz seviyesine ait ekmeğin, ekmek içi L^* , a^* ve b^* renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 33'de verilmiştir.

Tablo 33. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Ekmek İçi Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	69,04 ^b	±3,02	-1,30 ^a	±0,16	11,96 ^a	±1,02
1	24	70,85 ^a	±2,24	-1,30 ^a	±0,15	12,00 ^a	±0,74

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 33' deki ortalamalar esas alındığında ekmek içinde L^* değerinde tuz seviyesi arttıkça artış görülmüştür. Fakat $-a^*$ ve $+b^*$ değerlerinde bir farklılık görülmemiştir.

Farklı maya seviyesine ait ekmeğin, ekmek içi L^* , a^* ve b^* renk değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 34'de verilmiştir.

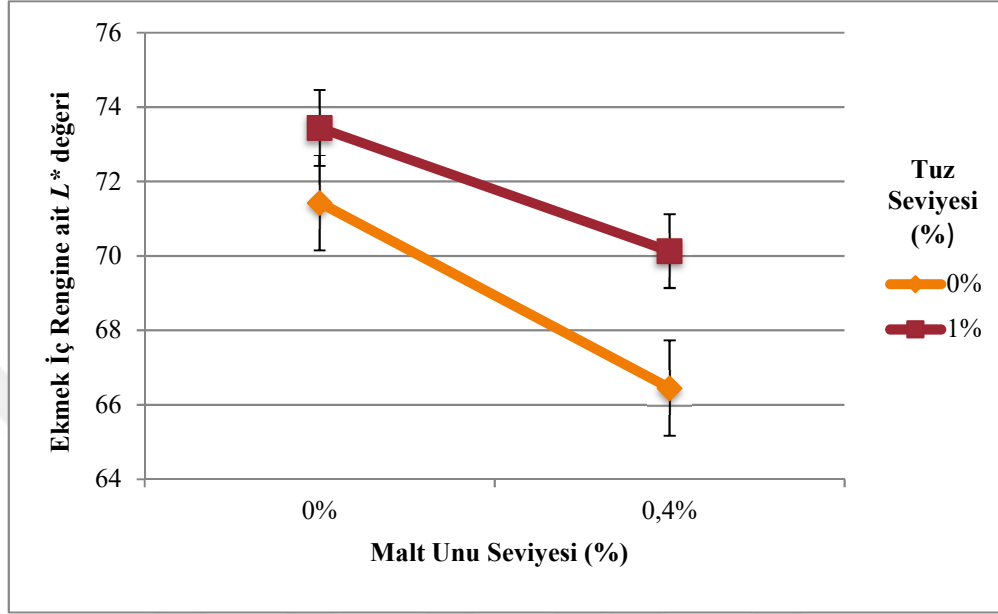
Tablo 34. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi L^* , a^* ve b^* Renk Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Maya Seviyesi (%)	N	Ekmek İçi Renk Değerleri					
		L^* (Açıklık Koyuluk)		$+a^*$ (Kırmızı), $-a^*$ (Yeşil)		$+b^*$ (Sarı), $-b^*$ (Mavi)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
1,5	24	70,36 ^a	±2,68	-1,32 ^a	±0,16	11,81 ^a	±0,82
3	24	69,54 ^a	±2,89	-1,29 ^a	±0,15	12,15 ^a	±0,93

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 34'deki ortalamalar esas alındığında maya seviyesinin ekmek içinde L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde farklılığı görülmemiştir.

Tablo 30 incelendiğinde L^* değeri üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 53'de verilmiştir.



Şekil 53. L^* değeri üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 53 incelendiğinde L^* değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek L^* değeri %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük L^* değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür. Bütün malt unu seviyelerinde tuz seviyesi arttıkça L^* değerinde artış meydana gelmiştir.

Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde hazırlanan ekmeğin kütle, hacim ve spesifik hacmine ait değerlerin ortalamaları Tablo 35'de, varyasyon analiz sonuçları da Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 35. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacmine Ait Değerlerin Ortalamaları

Su Sertlik Seviyesi (ppm)	Malt Unu Seviyesi (%)	Maya Seviyesi (%)	Tuz Seviyesi (%)	Kütle (g)	Hacim (mL)	Spesifik Hacim (mL/g)
75	0	1,5	0	135,58	566,15	4,18
			1	136,33	510,80	3,75
		3,0	0	136,84	605,80	4,43
			1	137,81	528,30	3,83
	0,4	1,5	0	139,16	541,65	3,89
			1	136,51	508,30	3,72
		3,0	0	135,24	603,30	4,46
			1	136,91	543,30	3,97
150	0	1,5	0	137,26	548,30	4,00
			1	138,76	509,95	3,67
		3,0	0	135,75	593,30	4,37
			1	138,51	528,30	3,81
	0,4	1,5	0	135,41	576,65	4,26
			1	136,48	524,15	3,84
		3,0	0	136,53	586,65	4,30
			1	136,21	549,95	4,04
300	0	1,5	0	137,88	545,00	3,95
			1	136,36	507,45	3,72
		3,0	0	135,96	594,15	4,37
			1	137,58	558,30	4,06
	0,4	1,5	0	136,31	574,15	4,21
			1	135,23	554,10	4,10
		3,0	0	136,53	579,95	4,25
			1	135,40	563,30	4,16

Tablo 36. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacmine Ait Değerlerin Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Kütle (g)		Hacim (mL)		Spesifik Hacim (mL/g)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	0,984	1,055	346,88	1,011	0,027	1,203
Malt Unu Seviyesi (B)	1	6,307	6,764*	1001,92	2,92	0,092	4,178
Tuz Seviyesi (C)	1	0,334	0,358	11282,3	32,871**	0,631	28,613**
Maya Seviyesi (D)	1	1,099	1,179	23306,8	67,905**	1,321	59,894**
A x B	2	3,366	3,61*	493,76	1,44	0,045	2,043
A x C	2	0,024	0,026	197,637	0,576	0,011	0,490
A x D	2	3,22	3,45*	892,06	2,599	0,065	2,940
B x C	1	0,550	0,589	444,69	1,296	0,018	0,808
B x D	2	6,068	6,507*	680,26	1,98	0,068	3,084
C x D	2	4,68	5,03*	247,97	0,722	0,032	1,455
A x B x C	2	5,63	6,05**	970,69	2,83	0,083	3,745*
A x B x D	2	0,094	0,101	48,29	0,14	0,002	0,085
A x C x D	2	1,42	1,52	191,66	0,56	0,015	0,676
B x C x D	2	0,25	0,69	131,01	0,38	0,010	0,442
A x B x C x D	2	4,12	4,42*	162,64	4,74	0,019	0,870
Hata	27	0,93		343,23		0,022	

* $p < 0,05$ düzeyinde önemli

** $p < 0,01$ düzeyinde çok önemli

Tablo 36 incelendiğinde; ekmeğin kütlesi üzerine; interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi, interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) ve malt unu seviyesi faktörü ve su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Tablo 36 incelendiğinde; ekmeğin hacmi üzerine; tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) bulunmuştur.

Tablo 36 incelendiğinde; ekmeğin spesifik hacmi üzerine; tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) ve su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Farklı su sertlik seviyesine ait ekmeğin kütle, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 37. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Kütle (g)		Hacim (mL)		Spesifik Hacim (mL/g)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	16	136,80 ^a	±1,28	550,95 ^a	±40,15	4,03 ^a	±0,31
150	16	136,86 ^a	±1,47	552,16 ^a	±32,94	4,04 ^a	±0,27
300	16	136,41 ^a	±1,16	559,55 ^a	±26,82	4,10 ^a	±0,21

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 37'deki ortalamalar esas alındığında suyun sertlik seviyesi ekmeğin kütle, hacim ve spesifik hacim değerleri üzerinde bir farklılığı görülmemiştir.

Farklı malt unu seviyesine ait ekmeğin kütle, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Kütle (g)		Hacim (mL)		Spesifik Hacim (mL/g)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	137,05 ^a	±1,30	549,65 ^a	±36,77	4,01 ^a	±0,29
0,4	24	136,33 ^b	±1,21	558,79 ^a	±29,37	4,10 ^a	±0,23

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 38'deki ortalamalar esas alındığında malt unu seviyesi arttıkça ekmeğin kütlesinde azalma görülmüştür. Fakat ekmeğin hacim ve spesifik hacminde farklılık görülmemiştir.

Farklı tuz seviyesine ait ekmeğin kütle, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Kütle (g)		Hacim (mL)		Spesifik Hacim (mL/g)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	136,77 ^a	±1,41	538,89 ^b	±28,21	3,94 ^b	±0,23
1	24	136,61 ^a	±1,20	569,55 ^a	±31,17	4,17 ^a	±0,25

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 39'daki ortalamalar esas alındığında tuz seviyesinin artmasıyla ekmeğin hacminde ve spesifik hacminde artış görülmüştür. Fakat ekmeğin kütle değerlerinde istatistiki herhangi bir farklılık görülmemiştir.

Farklı maya seviyesine ait ekmeğin kütle, hacim ve spesifik hacim değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 40’da verilmiştir.

Tablo 40. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

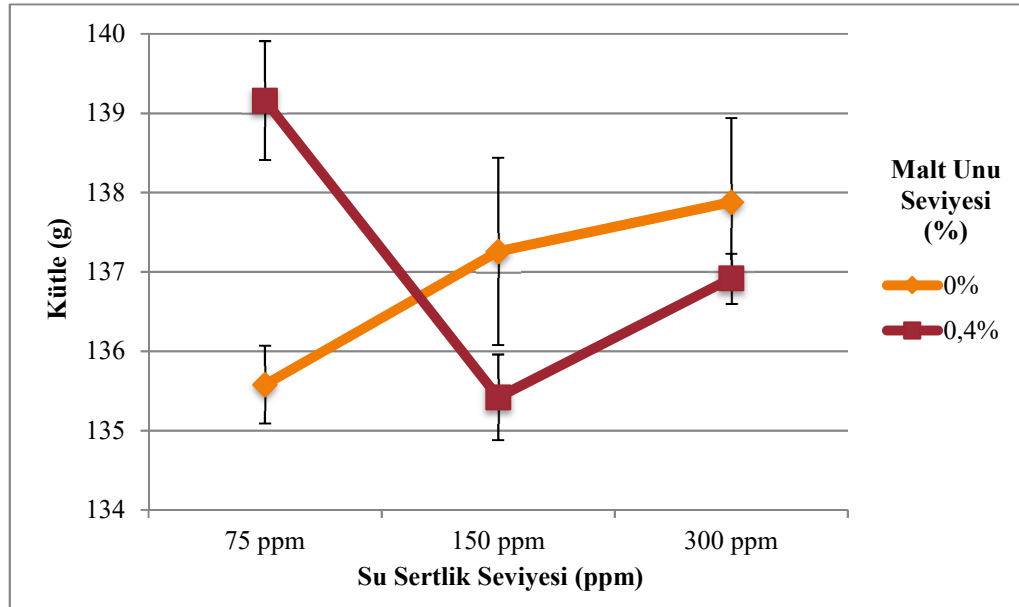
Maya Seviyesi (%)	N	Kütle (g)		Hacim (mL)		Spesifik Hacim (mL/g)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
1,5	24	136,54 ^a	±1,28	576,25 ^a	±25,29	4,22 ^a	±0,21
3	24	136,84 ^a	±1,33	532,18 ^b	±24,61	3,89 ^b	±0,20

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 40’daki ortalamalar esas alındığında maya seviyesinin artmasıyla ekmeğin hacminde ve spesifik hacminde azalma görülmüştür. Fakat ekmeğin kütle değerlerinde herhangi bir farklılık görülmemiştir.

Tablo 36 incelendiğinde kütle üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi Şekil 54’de, su sertlik seviyesi x maya seviyesi Şekil 55’de, malt unu seviyesi x maya seviyesi Şekil 56’da, tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 57’de, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 58’de verilmiştir.

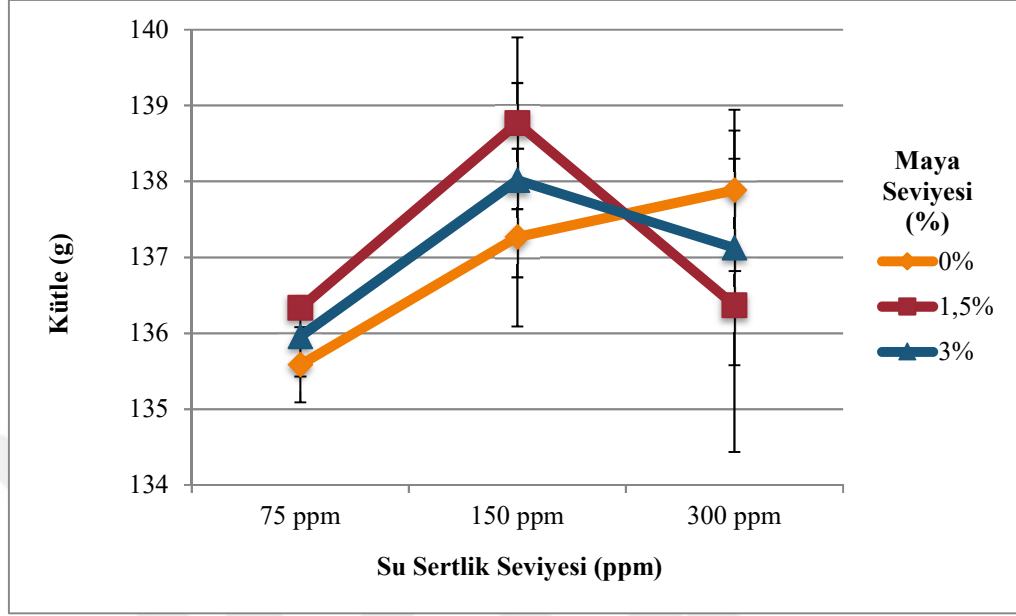
Tablo 36 incelendiğinde spesifik hacim üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 59’da verilmiştir.



Şekil 54. Kütle üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu

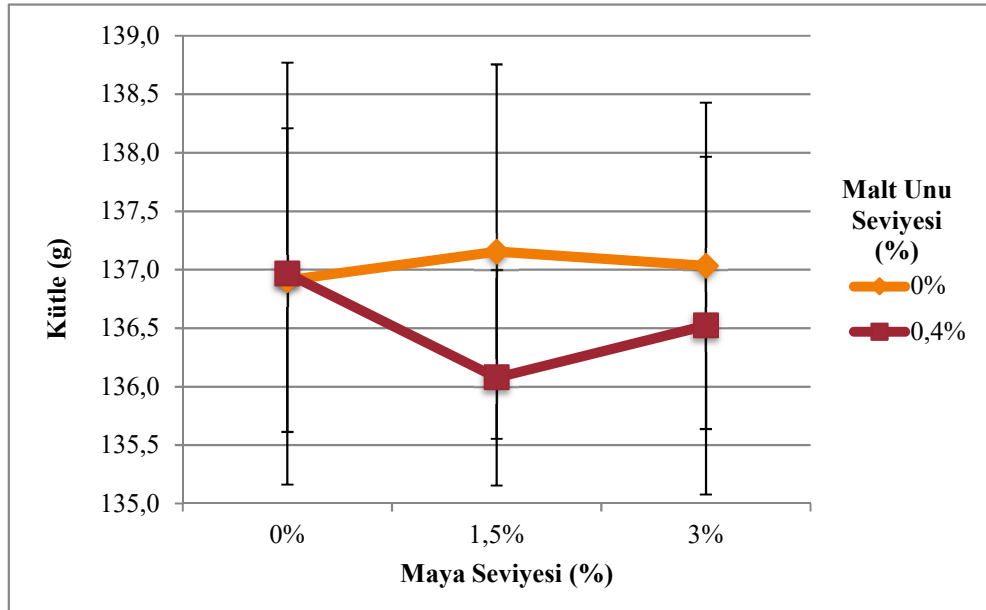
Şekil 54 incelendiğinde kütle değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek kütle değeri 75 ppm

CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi uygulamasında, en düşük kütle değerleri ise 75 ppm CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi ve 150 ppm CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



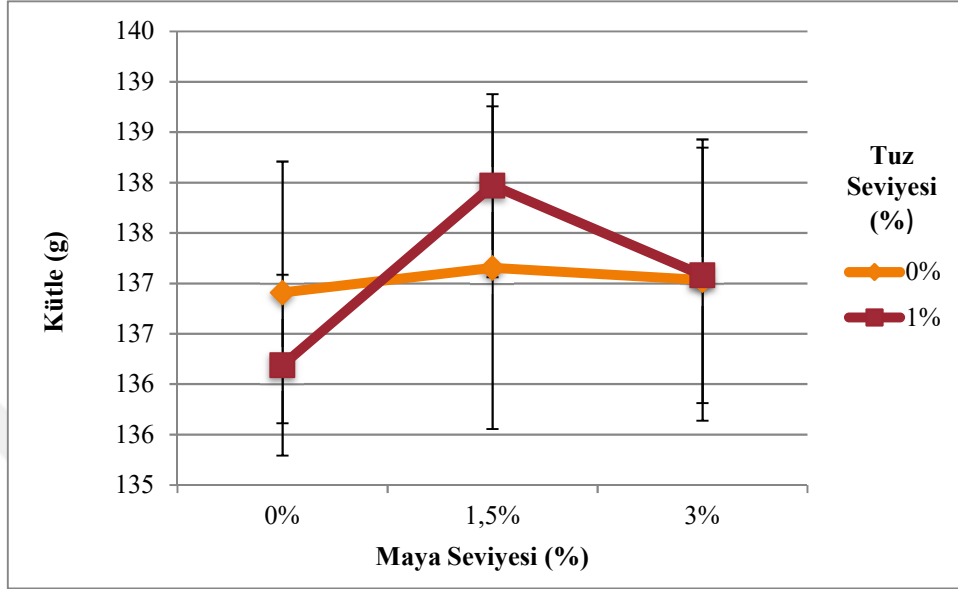
Şekil 55. Kütle üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 55 incelendiğinde kütle değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek kütle değeri 150 ppm CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında, en düşük kütle değeri ise 75 ppm CaCO₃ mg/L su sertlik seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



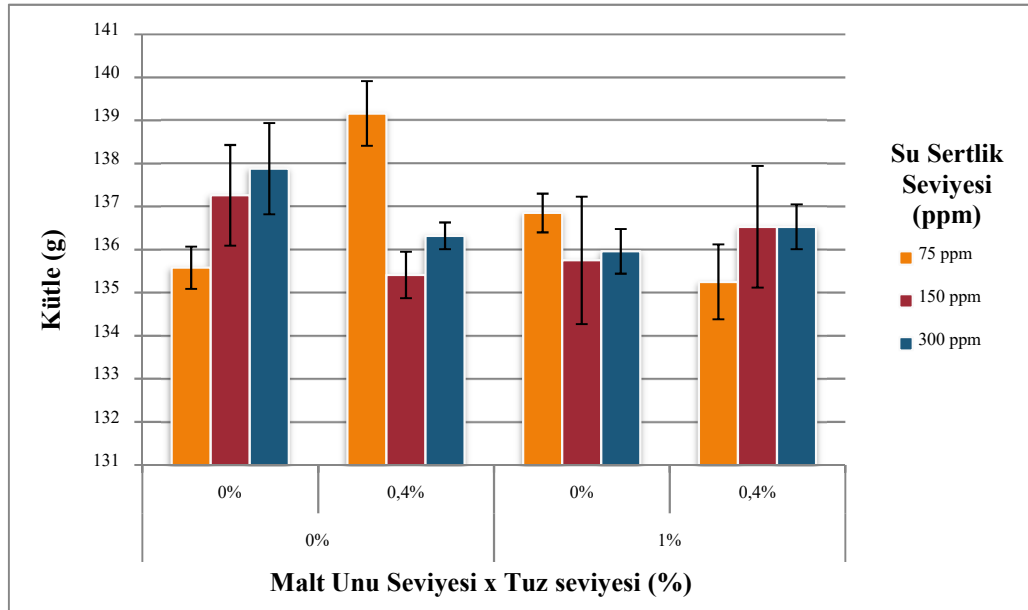
Şekil 56. Kütle üzerine etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 56 incelendiğinde kütle değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek kütle değeri %0 malt unu seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında, en düşük kütle değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



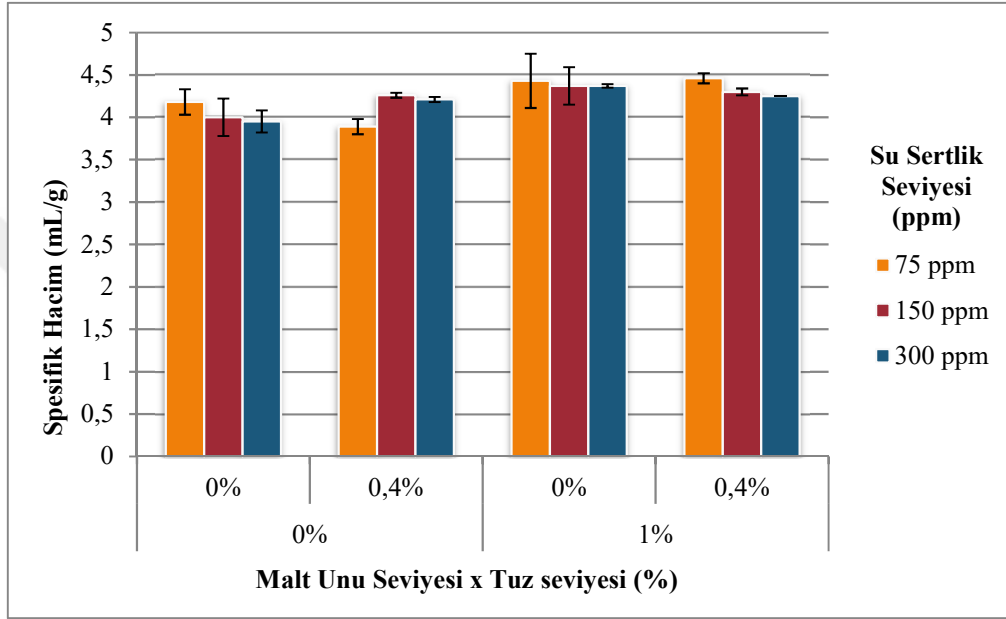
Şekil 57. Kütle üzerine etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu

Şekil 57 incelendiğinde kütle değeri üzerinde etkili olan tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek kütle değeri %1 tuz seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında, en düşük kütle değeri ise %1 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 58. Kütle üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 58 incelendiğinde kütle değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek kütle değeri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük kütle değerleri ise 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi, 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi ve 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamalarında görülmüştür.



Şekil 59. Spesifik hacim üzerine etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 59 incelendiğinde spesifik hacim değeri üzerinde etkili olan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek spesifik hacim değeri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük spesifik hacim değeri ise 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesi + %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.

Ekmek İçi Yumuşaklık Değeri ve Son Fermentasyon Süresi

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde hazırlanan ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık ve son fermentasyon süresine ait değerlerin ortalamaları Tablo 41’de, varyasyon analiz sonuçları Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 41. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık ve Son Fermentasyon Süresine Ait Değerlerin Ortalamaları

Su Sertlik Seviyesi (ppm)	Malt Unu Seviyesi (%)	Maya Seviyesi (%)	Tuz Seviyesi (%)	Son Fermentasyon Süresi (dk)	Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)
75	0	1,5	0	52,50	51,93
			1	36,00	54,78
		3,0	0	58,00	58,98
			1	42,00	56,73
	0,4	1,5	0	58,00	46,58
			1	32,50	45,65
		3,0	0	36,00	52,93
			1	34,00	47,78
150	0	1,5	0	52,00	50,33
			1	37,00	44,89
		3,0	0	58,00	55,50
			1	39,50	50,14
	0,4	1,5	0	60,50	47,59
			1	37,50	51,89
		3,0	0	51,50	55,45
			1	36,00	48,65
300	0	1,5	0	52,50	46,78
			1	34,00	43,25
		3,0	0	56,50	53,43
			1	40,00	52,30
	0,4	1,5	0	55,50	46,73
			1	42,00	48,41
		3,0	0	49,50	45,39
			1	37,50	50,20

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde hazırlanan ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık ve son fermentasyon süresine ait değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık ve Son Fermentasyon Süresine Ait Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Son Fermentasyon Süresi (dk)		Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)	
		KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	37,15	1,70	53,07	2,47
Malt Unu Seviyesi (B)	1	63,02	2,90	84,19	3,92
Tuz Seviyesi (C)	1	11,02	0,51	197,36	9,20*
Maya Seviyesi (D)	1	3088,02	142,11**	23,87	1,11
A x B	2	66,90	3,08	70,67	3,29
A x C	2	5,15	0,24	0,38	0,01
A x D	2	11,52	0,53	14,35	0,67
B x C	1	426,02	19,61**	38,79	1,81
B x D	2	7,52	0,35	13,56	0,63
C x D	2	82,69	3,81	18,29	0,85
A x B x C	2	12,65	0,58	13,91	0,65
A x B x D	2	13,77	0,63	22,94	1,07
A x C x D	2	34,19	1,57	20,73	0,97
B x C x D	2	93,52	4,30*	7,64	0,36
A x B x C x D	2	34,52	1,60	11,97	0,56
Hata	27	21,72		21,45	

* $p < 0,05$ düzeyinde önemli

** $p < 0,01$ düzeyinde çok önemli

Tablo 42 incelendiğinde; son fermentasyon süresi değeri üzerine; maya seviyesi faktörü ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) ve malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Tablo 42 incelendiğinde; ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine; tuz seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Farklı su sertlik seviyesine ait ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerleri ve son fermentasyon süresi ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 43’de verilmiştir.

Tablo 43. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık Değerleri ve Son Fermentasyon Süresi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Son Fermentasyon Süresi (dk)		Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	16	43,62 ^a	±11,04	51,92 ^a	± 5,95
150	16	46,50 ^a	±10,68	50,55 ^a	± 4,61
300	16	45,94 ^a	±8,61	48,32 ^a	± 4,89

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

Tablo 43’deki ortalamalar esas alındığında su sertlik seviyesinin ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerleri ve son fermentasyon süresi üzerinde farklılığı görülmemiştir.

Farklı malt unu seviyesine ait ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerleri ve son fermentasyon süresi ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 44’de verilmiştir.

Tablo 44. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık Değerleri ve Son Fermentasyon Süresi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Son Fermentasyon Süresi (dk)		Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	46,50 ^a	±9,46	51,58 ^a	±6,08
0,4	24	44,21 ^a	±10,64	48,94 ^a	±4,07

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 44’deki ortalamalar esas alındığında malt unu seviyesinin ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerleri ve son fermentasyon süresi üzerinde farklılığı görülmemiştir.

Farklı tuz seviyesine ait ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerleri ve son fermentasyon süresi ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 45. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık Değerleri ve Son Fermentasyon Süresi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Son Fermentasyon Süresi (dk)		Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	45,83 ^a	±10,57	48,23 ^b	±5,19b
1	24	44,88 ^a	± 9,66	52,29 ^a	±4,65a

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 45’deki ortalamalar esas alındığında tuz seviyesinin artmasıyla ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerlerinde artış görülmüştür. Fakat son fermentasyon süresi üzerinde farklılığı görülmemiştir.

Farklı maya seviyesine ait ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerleri ve son fermentasyon süresi ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 46’da verilmiştir.

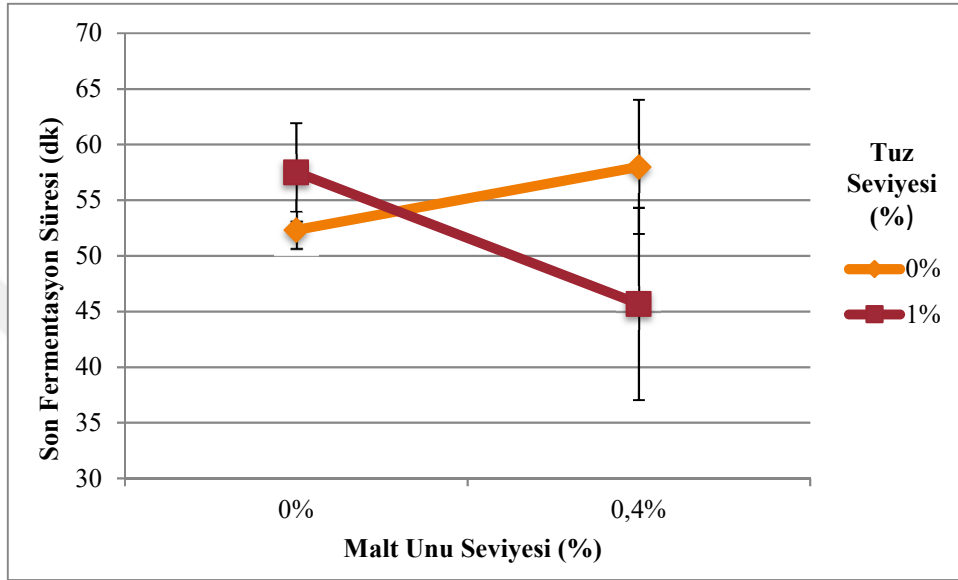
Tablo 46. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin, Ekmek İçi Yumuşaklık Değerleri ve Son Fermentasyon Süresi Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Maya Seviyesi (%)	N	Son Fermentasyon Süresi (dk)		Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
1,5	24	53,38 ^a	±7,40	50,97 ^a	±5,97
3	24	37,33 ^b	±4,05	49,56 ^a	±4,53

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

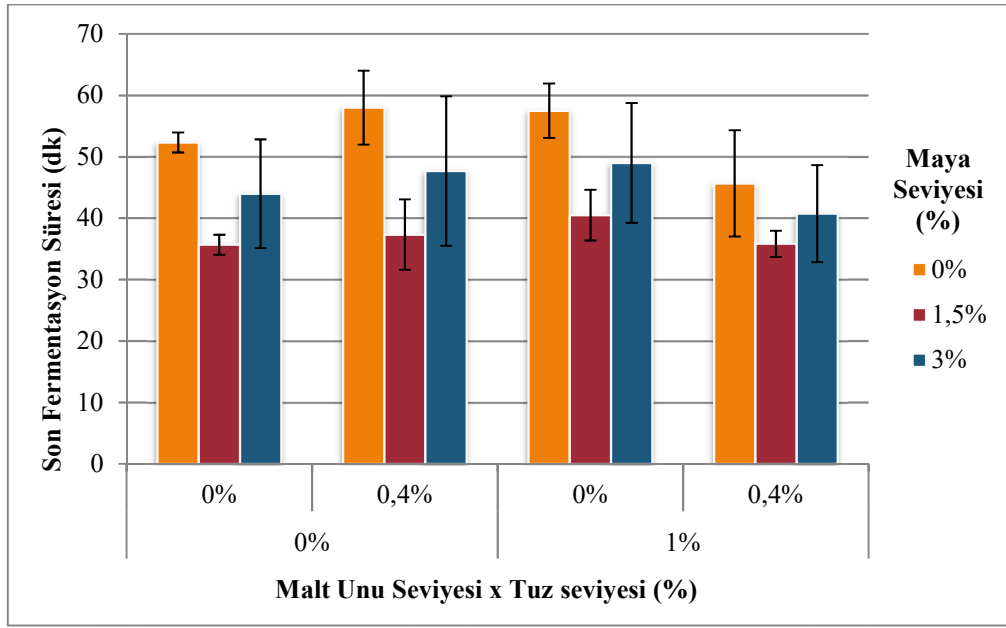
Tablo 46'daki ortalamalar esas alındığında maya seviyesinin artmasıyla ekmeğin, son fermentasyon süresi değerinde azalma görülmüştür. Fakat ekmeğin içi yumuşaklık değeri üzerinde farklılık görülmemiştir.

Tablo 42 incelendiğinde son fermentasyon süresi üzerine etkili olan, malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 60'da, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi Şekil 61'de verilmiştir.



Şekil 60. Son fermentasyon süresi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 60 incelendiğinde son fermentasyon süresi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek son fermentasyon süresi değeri %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük son fermentasyon süresi değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 61. Son fermentasyon süresi üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu

Şekil 61 incelendiğinde son fermentasyon süresi değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek son fermentasyon süresi değerleri %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi ve %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi + %0 maya seviyesi uygulamalarında, en düşük son fermentasyon süresi değeri ise %0 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi + %1,5 maya seviyesi uygulamasında görülmüştür.

Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık, Kohesivlik, Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde hazırlanan ekmeğin, TPA özelliklerinden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine ait ortalamalar Tablo 47 ve 48’de, varyasyon analiz sonuçları Tablo 49 ve 50’de verilmiştir.

Tablo 47. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerlerine Ait Ortalamalar

Su Sertlik Seviyesi (ppm)	Malt Unu Seviyesi (%)	Maya Seviyesi (%)	Tuz Seviyesi (%)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Kohesivlik
75	0	1,5	0	11,13	-0,07	0,33
			1	13,93	-0,04	0,25
		3,0	0	9,19	-0,07	0,39
			1	9,20	-0,04	0,41
	0,4	1,5	0	10,14	-2,83	0,32
			1	11,70	-6,23	0,29
		3,0	0	9,53	-3,25	0,36
			1	10,68	-1,91	0,32
150	0	1,5	0	11,43	-0,12	0,33
			1	14,18	-0,13	0,26
		3,0	0	10,73	-0,17	0,33
			1	11,76	-0,20	0,30
	0,4	1,5	0	10,19	-2,87	0,32
			1	9,64	-1,61	0,34
		3,0	0	10,34	-2,30	0,32
			1	10,07	-1,37	0,34
300	0	1,5	0	13,26	-0,13	0,27
			1	16,24	-0,13	0,22
		3,0	0	11,13	-0,15	0,32
			1	10,21	-0,11	0,36
	0,4	1,5	0	10,94	-2,87	0,29
			1	9,70	-1,17	0,34
		3,0	0	10,79	-0,79	0,31
			1	10,28	-1,11	0,33

Tablo 48. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerlerine Ait Ortalamalar

Su Sertlik Seviyesi (ppm)	Malt Unu Seviyesi (%)	Maya Seviyesi (%)	Tuz Seviyesi (%)	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik
75	0	1,5	0	0,97	3,54
			1	0,98	3,43
		3,0	0	0,98	3,56
			1	0,99	3,65
	0,4	1,5	0	0,84	2,73
			1	0,83	2,76
		3,0	0	0,87	3,00
			1	0,90	3,10
150	0	1,5	0	0,98	3,63
			1	0,96	3,47
		3,0	0	0,99	3,52
			1	0,98	3,54
	0,4	1,5	0	0,83	2,72
			1	0,84	2,79
		3,0	0	0,87	2,94
			1	0,88	3,02
300	0	1,5	0	0,98	3,51
			1	0,97	3,44
		3,0	0	0,98	3,51
			1	0,98	3,66
	0,4	1,5	0	0,86	2,71
			1	0,85	2,77
		3,0	0	0,86	2,91
			1	0,89	3,01

Farklı sertlikteki su, malt unu, maya ve tuz seviyelerinde hazırlanan ekmeğin, TPA özelliklerinden sertlik, yapışkanlık ve kohesivlik değerlerine ait varyasyon analiz sonuçları Tablo 49 ve 50’de verilmiştir.

Tablo 49. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Sertlik (N)		Yapışkanlık		Kohesivlik	
		KO	F	KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	3,14	1,47	4,21	1,05	0,01	2,45*
Malt Unu Seviyesi (B)	1	28,17	13,20**	60,63	15,14**	0,01	0,87
Tuz Seviyesi (C)	1	28,70	13,45**	3,75	0,94	0,02	16,91**
Maya Seviyesi (D)	1	6,42	3,01	0,20	0,05	0,01	0,79
A x B	2	4,29	2,01	4,99	1,25	0,01	2,09
A x C	2	2,49	1,17	0,65	0,16	0,01	2,22
A x D	2	1,69	0,80	1,22	0,30	0,01	1,47
B x C	1	25,02	11,72**	4,02	1,00	0,01	8,36**
B x D	2	6,06	2,84	0,18	0,04	0,01	2,38
C x D	2	5,06	2,37	0,50	0,12	0,01	2,05
A x B x C	2	1,58	0,74	0,56	0,14	0,01	0,92
A x B x D	2	1,44	0,67	1,32	0,33	0,01	0,90
A x C x D	2	0,25	0,12	3,06	0,76	0,01	0,11
B x C x D	2	6,77	3,17	0,46	0,12	0,01	4,35
A x B x C x D	2	0,51	0,24	3,11	0,78	0,01	0,31
Hata	27	2,13		4,01		0,01	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tablo 49 incelendiğinde; sertlik değeri üzerine; malt unu seviyesi ve tuz seviyesi faktörü ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur.

Tablo 49 incelendiğinde; yapışkanlık değeri üzerine; malt unu seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur.

Tablo 49 incelendiğinde; kohesivlik değeri üzerine; tuz seviyesi faktörü ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) ve su sertlik seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli (p<0,05) bulunmuştur.

Tablo 50. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmeğin, TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çıgnenebilirlik Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Elastikiyet		Çıgnenebilirlik	
		KO	F	KO	F
Su Sertlik Seviyesi (A)	2	0,01	0,33	0,01	0,50
Malt Unu Seviyesi (B)	1	0,17	705,86**	5,37	618,25**
Tuz Seviyesi (C)	1	0,01	29,81**	0,30	34,58**
Maya Seviyesi (D)	1	0,01	0,32	0,01	1,28
A x B	2	0,01	0,31	0,01	0,13
A x C	2	0,01	1,60	0,01	1,37
A x D	2	0,01	0,36	0,03	0,37
B x C	1	0,02	9,56**	1,09	11,08**
B x D	2	0,01	1,35	0,32	2,28
C x D	2	0,01	3,03	0,04	4,88
A x B x C	2	0,01	1,21	0,05	0,55
A x B x D	2	0,01	0,61	0,03	0,35
A x C x D	2	0,01	0,62	0,01	0,05
B x C x D	2	0,01	0,82	0,01	2,06
A x B x C x D	2	0,01	0,55	0,01	0,01
Hata	27	0		0,09	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tablo 50 incelendiğinde; elastikiyet değeri üzerine; malt unu seviyesi ve tuz seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur.

Tablo 50 incelendiğinde; çıgnenebilirlik değeri üzerine; malt unu seviyesi ve tuz seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur.

Farklı su sertlik seviyesine ait ekmeğin TPA özelliklerinden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çıgnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 51 ve 52’de verilmiştir.

Tablo 51. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Sertlik (N)		Yapışkanlık		Kohesivlik	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	16	10,69 ^a	±1,88	-1,81 ^a	±3,14	0,34 ^a	±0,06
150	16	11,05 ^a	±1,89	1,10 ^a	±1,42	0,32 ^{ab}	±0,04
300	16	11,57 ^a	±2,23	-0,81 ^a	±1,07	0,31 ^b	±0,49

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 52. Farklı Su Sertlik Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Suyun Sertlik Seviyesi (ppm)	N	Elastikiyet		Çiğnenebilirlik	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
75	16	0,92 ^a	±0,07	3,23 ^a	±0,36
150	16	0,92 ^a	±0,07	3,21 ^a	±0,37
300	16	0,92 ^a	±0,06	3,19 ^a	±0,37

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 51 ve 52'deki ortalamalar esas alındığında en yüksek kohesivlik değeri 75 ppm CaCO₃ mg/L su sertliğinde en düşük kohesivlik değeri ise 300 ppm CaCO₃ mg/L su sertliğinde görülmüştür. Fakat su sertlik seviyesinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine üzerinde farklılığı görülmemiştir.

Farklı malt unu seviyesine ait ekmeğin TPA özelliklerinden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 53 ve 54'de verilmiştir.

Tablo 53. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Sertlik (N)		Yapışkanlık		Kohesivlik	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	11,87 ^a	±2,38	-0,12 ^a	±0,08	0,32 ^a	±0,06
0,4	24	10,34 ^b	±1,13	-2,36 ^b	±2,50	0,33 ^a	±0,03

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 54. Farklı Malt Unu Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Malt Unu Seviyesi (%)	N	Elastikiyet		Çiğnenebilirlik	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	0,98 ^a	±0,01	3,54 ^a	±0,11
0,4	24	0,86 ^b	±0,03	2,87 ^b	±0,15

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 53 ve 54'deki ortalamalar esas alındığında malt unu seviyesi arttıkça sertlik, yapışkanlık, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinde azalış görülmüştür.

Farklı tuz seviyesine ait ekmeğin TPA özelliklerinden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 55 ve 56'da verilmiştir.

Tablo 55. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Sertlik (N)		Yapışkanlık		Kohesivlik	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	11,87 ^a	±2,41	-1,52 ^a	±2,59	0,30 ^b	±0,05
1	24	10,33 ^b	±1,07	-0,96 ^a	±1,41	0,35 ^a	±0,04

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 56. Farklı Tuz Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Tuz Seviyesi (%)	N	Elastikiyet		Çiğnenebilirlik	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	24	0,91 ^b	±0,07	3,13 ^b	±0,40
1	24	0,93 ^a	± 0,06	3,29 ^a	±0,31

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 55 ve 56'daki ortalamalar esas alındığında tuz seviyesinin artmasıyla sertlik değerinde azalış; kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinde artış görülmüştür. Fakat yapışkanlık değerinde bir farklılık görülmemiştir.

Farklı maya seviyesine ait ekmeğin TPA özelliklerinden sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 57 ve 58'de verilmiştir.

Tablo 57. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Sertlik, Yapışkanlık ve Kohesivlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Maya Seviyesi (%)	N	Sertlik (N)		Yapışkanlık		Kohesivlik	
		Ortalama	SD	SD	SD	Ortalama	SD
1,5	24	10,74 ^a	±1,35	-1,31 ^a	±1,78	0,33 ^a	±0,04
3	24	11,47 ^a	±2,47	-1,18 ^a	±2,38	0,32 ^a	±0,06

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 58. Farklı Maya Seviyesine Ait Ekmeğin TPA Özelliklerinden Elastikiyet ve Çiğnenebilirlik Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

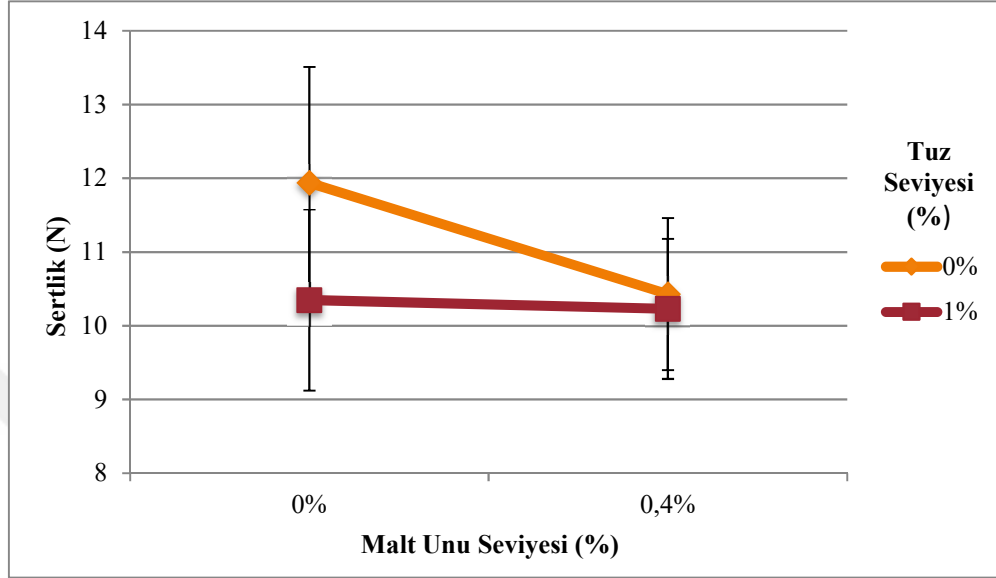
Maya Seviyesi (%)	N	Elastikiyet		Çiğnenebilirlik	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
1,5	24	0,92 ^a	± 0,07	3,19 ^a	±0,38
3	24	0,92 ^a	± 0,07	3,22 ^a	±0,35

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 57 ve 58'deki ortalamalar esas alındığında maya seviyesinin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde farklılığı görülmemiştir.

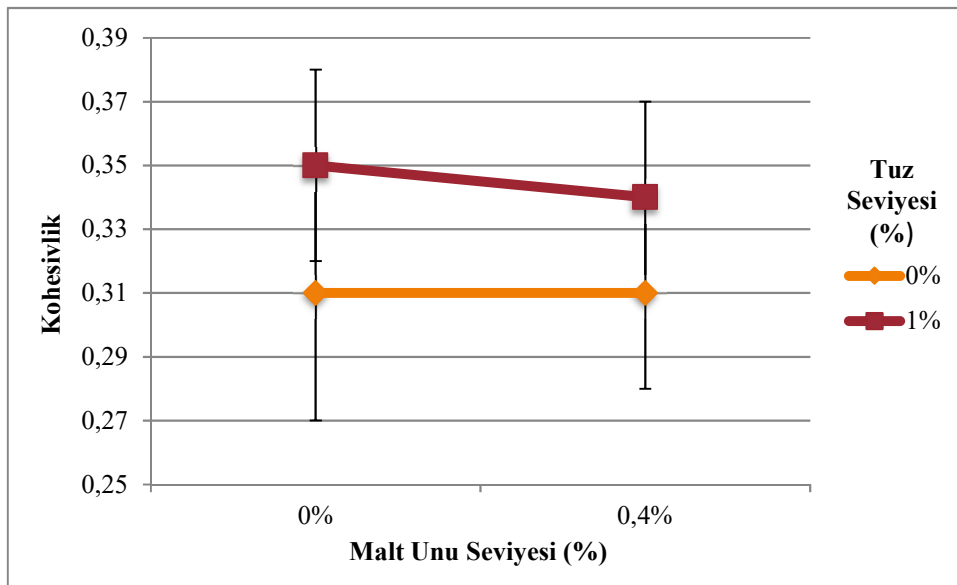
Tablo 49 incelendiğinde sertlik üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 62’de verilmiştir.

Tablo 49 incelendiğinde kohesivlik üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 63’de verilmiştir.



Şekil 62. Sertlik üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 62 incelendiğinde sertlik değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek sertlik değeri %0 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük sertlik değerleri ise %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi, %0,4 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi ve %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamalarında görülmüştür.

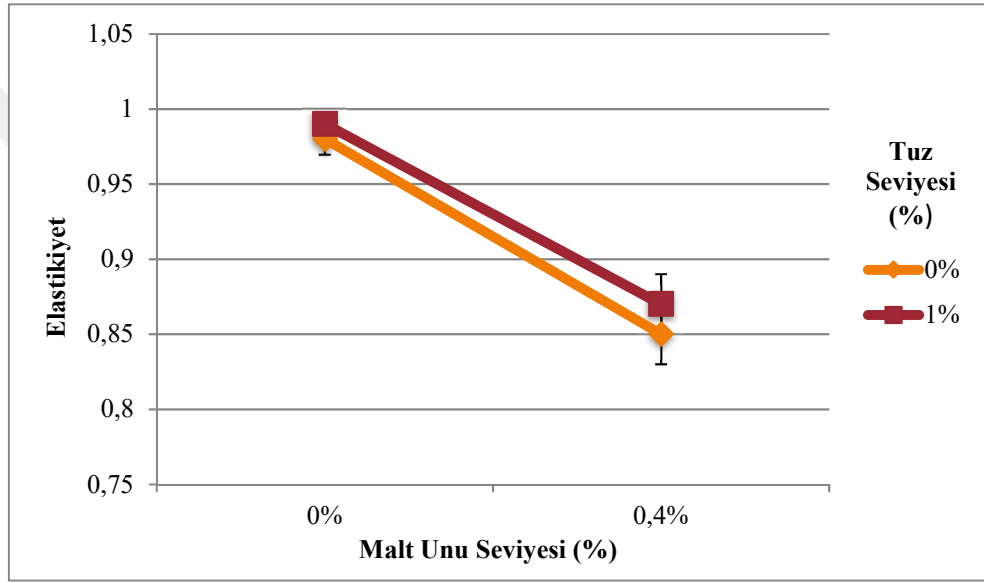


Şekil 63. Kohesivlik üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 63 incelendiğinde kohesivlik değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek kohesivlik değeri %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük sertlik değerleri ise %0 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi ve %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamalarında görülmüştür.

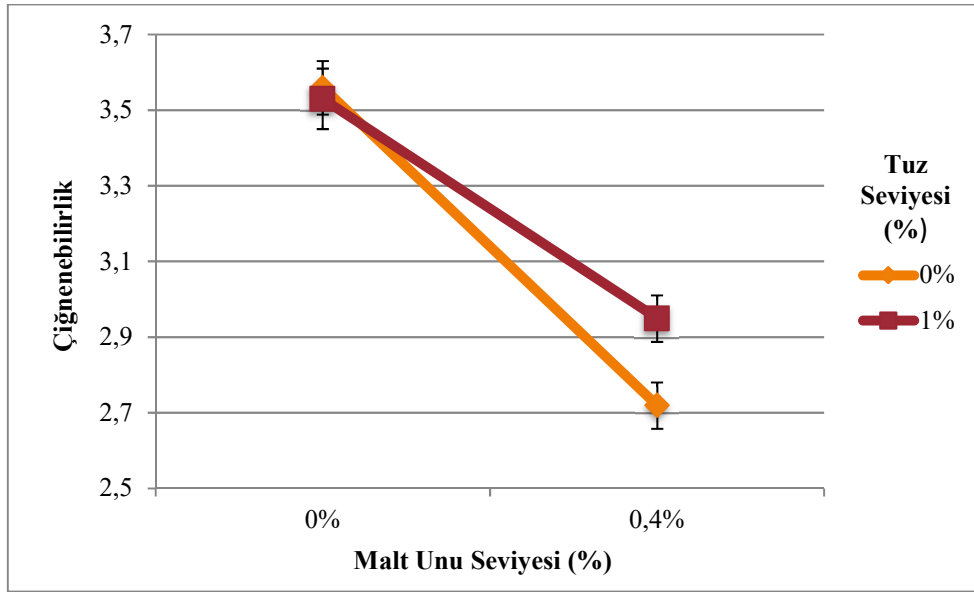
Tablo 50 incelendiğinde elastikiyet üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 64’de verilmiştir.

Tablo 50 incelendiğinde çignenebilirlik üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi Şekil 65’de verilmiştir.



Şekil 64. Elastikiyet üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 64 incelendiğinde elastikiyet değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek elastikiyet değeri %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamasında, en düşük sertlik değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.



Şekil 65. Çiğnenebilirlik üzerine etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu

Şekil 65 incelendiğinde çiğnenebilirlik değeri üzerinde etkili olan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek çiğnenebilirlik değerleri %0 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi ve %0 malt unu seviyesi + %1 tuz seviyesi uygulamalarında, en düşük sertlik değeri ise %0,4 malt unu seviyesi + %0 tuz seviyesi uygulamasında görülmüştür.

Tablo 59. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Hamurun, Analize Tabii Tutulan Parametrelerinin Birbirleriyle Olan Korelasyon Sonuçları

	%Su Absorbsiyon	Gelişme Süresi	Hamur Stabilitesi	Yumuşama Derecesi (12.dakika)	FQN	Yumuşama Derecesi (20.dakika)	MTI	Hamur Enerjisi	Hamur Mukavemeti	Uzama Kabiliyeti	Maximum Direnc	Oran Sayısı
%Su Absorbsiyon	1											
Gelişme Süresi	-0,018	1										
Hamur Stabilitesi	-0,317**	0,429**	1									
Yumuşama Derecesi (12.dakika)	0,108	-0,475**	-0,697**	1								
FQN	-0,210	0,735**	0,777**	-0,629**	1							
Yumuşama Derecesi (20. dakika)	0,260*	-0,410**	-0,395**	0,152	-0,470**	1						
MTI	0,400**	-0,483**	-0,772**	0,741**	-0,746**	0,369**	1					
Hamur Enerjisi	-0,353**	0,291*	0,669**	-0,555**	0,577**	-0,011	-0,621**	1				
Hamur Mukavemeti	-0,338**	0,345**	0,735**	-0,595**	0,627**	-0,040	-0,689**	0,905**	1			
Uzama Kabiliyeti	-0,390**	0,087	0,304**	-0,269*	0,281*	-0,021	-0,343**	0,750**	0,494**	1		
Maximum Direnc	-0,316**	0,344**	0,705**	-0,603**	0,626**	-0,076	-0,663**	0,959**	0,919**	0,622**	1	
Oran Sayısı	-0,234*	0,348**	0,708**	-0,586**	0,598**	-0,024	-0,667**	0,747**	0,937**	0,188	0,829**	1

Tablo 60. Farklı Sertlikteki Su, Malt Unu, Maya ve Tuz Seviyelerinde Hazırlanan Ekmegin, Analize Tabii Tutulan Parametrelerinin Birbirleriyle Olan Korelasyon Sonuçları

	L^* (K)	a^* (K)	b^* (K)	L^* (İ)	a^* (İ)	b^* (İ)	Kütle (g)	Hacim (mL)	Spesifik Hacim (mL/g)	Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)	Son Fermentasyon Süre (dk)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Kohesivlik	Elastikiyet	Çıgnenebilirlik
L^* (K)	1															
a^* (K)	-0,924**	1														
b^* (K)	0,153	0,024	1													
L^* (İ)	0,403**	-0,389**	-0,289*	1												
a^* (İ)	0,222	-0,312*	-0,272	0,161	1											
b^* (İ)	0,265	-0,183	0,234	0,324*	-0,460**	1										
Kütle (g)	0,397**	-0,433**	0,007	0,268	0,151	0,170	1									
Hacim (mL)	-0,455**	0,487**	-0,401**	0,110	-0,173	-0,332*	-0,440**	1								
Spesifik Hacim (mL/g)	-0,479**	0,513**	-0,374**	0,063	-0,182	-0,333*	-0,552**	0,992**	1							
Ekmek İçi Yumuşaklık (PB)	0,017	-0,009	-0,464**	0,387**	0,131	-0,138	-0,181	0,377**	0,376**	1						
Son Fermentasyon Süre (dk)	-0,517**	0,588**	-0,069	0,111	-0,285*	-0,145	-0,060	0,609**	0,574**	0,150	1					
Sertlik (N)	0,244	-0,211	0,416**	0,207	-0,091	0,523**	0,101	-0,526**	-0,502**	-0,424**	-0,190	1				
Yapışkanlık	0,354*	-0,267	0,088	0,384**	-0,292*	0,440**	0,146	0,032	0,009	0,077	0,204	0,267	1			
Kohesivlik	-0,029	0,013	-0,457**	0,071	0,164	-0,387**	-0,006	0,453**	0,421**	0,528**	0,123	-0,926**	-0,102	1		
Elastikiyet	0,615**	-0,532**	-0,096	0,811**	0,075	0,383**	0,256	-0,013	-0,049	0,302*	0,080	0,269	0,609**	0,019	1	
Çıgnenebilirlik	0,594**	-0,506**	-0,111	0,819**	0,078	0,434**	0,257	-0,054	-0,087	0,293*	0,038	0,261	0,577**	0,050	0,972**	1

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Unun su absorpsiyonu değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
2. Unun gelişme süresi değeri üzerine; malt unu seviyesi faktörü ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve maya seviyesi faktörü ile malt unu x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
3. Unun MTI değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi faktörü ve interaksiyonlardan malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
4. FQN değeri üzerine; malt unu seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve tuz seviyesi faktörü ve su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
5. Hamurun stabilite değeri üzerine; su sertlik seviyesi, malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve malt unu seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

6. 12. Dakikada ki yumuşama değeri üzerine; su sertlik seviyesi, malt unu seviyesi ve maya seviyesi faktörleri istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
7. 20. Dakikada ki yumuşama değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksyonlardan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonları istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
8. Suyun sertlik seviyesi 75 ppm CaCO_3 mg/L'den 150 ppm CaCO_3 mg/L'e yükseldiğinde su absorpsiyon ve MTI değerleri artmıştır. Suyun sertlik seviyesi 300 ppm CaCO_3 mg/L'e yükseldiğinde bu değerler düşmüştür. Hamurun yoğurma toleransının artmasını suyun sertliğini veren minerallerin varlığı ile bağdaştırabiliriz. Çünkü hamurun yapısını oluşturan gluten, sert su sayesinde sertleştikçe yoğurucu içerisinde bulunan spirallere daha çok baskı uygulayacaktır ve bu sayede değerler artacaktır. Gelişme süresi ve FQN değerinde ise herhangi bir değişiklik olmamıştır.
9. Suyun sertlik seviyesi 300 ppm CaCO_3 mg/L'e yükseldiğinde hamur stabilitesi maksimum değeri vermiştir. Çünkü suyun sertliğini veren mineraller gluteni sertleştirici etki yarattığı için hamur stabilitesini daha uzun süre koruyabilmektedir. 12. dakika yumuşama derecesinde ise en düşük değeri yine 300 ppm CaCO_3 mg/L (çok sert) su vermiştir. Yine burada hamur stabilitesini suyun sertliğinden dolayı belli bir süre koruyacağı için yumuşama değerinin düşmesine izin vermemiştir. 20. dakika yumuşama derecesinde ise suyun sertlik seviyeleri arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık olmamıştır.
10. Malt unu katkısı ilavesi hamurun su absorpsiyonunu, MTI değerini, 12 ve 20. dakika yumuşama değerlerini artırmıştır. Gelişme süresi, FQN ve hamur stabilitesi değerlerini düşürmüştür. Çünkü malt unu ilavesi sıvılaştırıcı etki göstererek hamurun yapısını yumuşatmıştır bu da yumuşama değerleri üzerinde artırıcı; gelişme süresi, stabilite ve FQN değerinde ters etki göstermiştir.
11. Tuz seviyesi arttıkça su absorpsiyon miktarı, MTI, 12 ve 20. dakika sonundaki yumuşama dereceleri düşmüş, FQN ve hamur stabilite süresi artmış ancak gelişme süresinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Tuz seviyesinin artması gluteni

sertleştirici etki yaratacağından hamur yapısını değiştirerek hamur stabilitesinin artmasına yumuşama derecelerinin ise düşmesine sebep olmuştur.

12. Parametrelerde en yüksek değerleri su absorpsiyonunda, hamur stabilitesinde ve 20. Dakika yumuşama derecesinde maya katkısız, gelişme süresinde maya katkısız ve %1,5 maya seviyesi, MTI'da 12. Dakikada ki yumuşama derecesindeki %3 maya seviyesi vermiştir.
13. Uzama kabiliyeti değeri üzerine; su sertlik seviyesi, malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
14. Hamur mukavemeti değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$), malt unu seviyesi x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
15. Maksimum direnç değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.
16. Oran sayısı değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve malt unu seviyesi x maya seviyesi interaksiyonu istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
17. Hamur enerjisi değeri üzerine; malt unu seviyesi, tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü ile interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x tuz seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi, malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

18. Ortalamalar esas alındığında en yüksek uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesinde, en düşük uzama kabiliyeti ve hamur enerjisi değerleri ise 75 ppm CaCO_3 mg/L ve 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesinde görülmüştür. 150 ppm CaCO_3 mg/L su sertlik seviyesinde hamur optimum aktiviteye ulaşmıştır. Ayrıca istatistik sonuçları göz önüne alındığında hamur mukavemeti, maksimum direnç ve oran sayısı değerlerinde su sertlik seviyesi için farklılık görülmemiştir.
19. Malt unu seviyesi arttıkça uzama kabiliyeti, hamur mukavemeti, maksimum direnç, oran sayısı ve hamur enerjisi değerlerinde azalma görülmüştür. Diastatik aktivitenin artması ile hamur yapısı yumuşadığından dolayı TPA parametrelerinin tümünde azalma görülmüştür.
20. Tuz seviyesi arttıkça uzama kabiliyeti, hamur mukavemeti, maksimum direnç, oran sayısı ve hamur enerjisi değerlerinde azalma görülmüştür.
21. Maya seviyesinin artması ile uzama kabiliyeti, hamur mukavemeti, maksimum direnç, oran sayısı ve hamur enerjisi değerinde bir azalma görülmüştür.
22. Ekmek kabuğu renk değerlerinden L^* değeri üzerine; malt unu seviyesi ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.
23. Ekmek kabuğu renk değerlerinden a^* değeri üzerine; malt unu seviyesi ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.
24. Ekmek kabuğu renk değerlerinden b^* değeri üzerine; su sertlik seviyesi ve tuz seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
25. Suyun sertlik seviyesi ekmeğin kabuk renginde L^* ve $+a^*$ değerlerinde herhangi bir farka yol açmamıştır. Fakat 300 ppm CaCO_3 mg/L sertlik seviyesinde en yüksek $+b^*$ değeri, 75 ppm CaCO_3 mg/L sertlik seviyesinde ise en düşük $+b^*$ değeri görülmüştür.
26. Malt unu seviyesinin artmasıyla ekmek içi renk değerlerinden L^* ve b^* değerlerinde azalma meydana geldiği görülmüştür. Fakat ekmek içi renk değerlerinden $-a^*$ değeri üzerinde farklılık görülmemiştir.
27. Ekmek iç renginde L^* değerinde tuz seviyesi arttıkça artış görülmüştür. Fakat $-a^*$ ve $+b^*$ değerlerinde bir farklılık görülmemiştir. Maya seviyesinin ekmek içinde L^* , $-a^*$ ve $+b^*$ değerleri üzerinde farklılığı görülmemiştir.
28. Ekmeğin kütlesi üzerine; interaksiyonlardan su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi, interaksiyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve malt unu seviyesi faktörü ve su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi, su sertlik seviyesi x

maya seviyesi, malt unu seviyesi x maya seviyesi, tuz seviyesi x maya seviyesi, su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonları istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.

29. Ekmeğin hacmi üzerine; tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.
30. Ekmeğin spesifik hacmi üzerine; tuz seviyesi ve maya seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi x malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
31. Suyun sertlik seviyesi ekmeğin kütle, hacim ve spesifik hacim değerleri üzerinde bir farklılığı görülmemiştir.
32. Malt unu seviyesi arttıkça ekmeğin kütlede azalma görülmüştür. Fakat ekmeğin hacim ve spesifik hacminde farklılık görülmemiştir.
33. Tuz seviyesinin artmasıyla ekmeğin hacminde ve spesifik hacminde artış görülmüştür. Fakat ekmeğin kütle değerlerinde herhangi bir farklılık görülmemiştir.
34. Maya seviyesinin artmasıyla ekmeğin hacminde ve spesifik hacminde azalma görülmüştür. Fakat ekmeğin kütle değerlerinde herhangi bir farklılık görülmemiştir.
35. Son fermentasyon süresi değeri üzerine; maya seviyesi faktörü ile, interaksyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve malt unu seviyesi x tuz seviyesi x maya seviyesi interaksyonu istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
36. Ekmek içi yumuşaklık değeri üzerine; tuz seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
37. Su sertlik seviyesinin ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerleri ve son fermentasyon süresi üzerinde farklılığı görülmemiştir.
38. Malt unu seviyesinin ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerleri ve son fermentasyon süresi üzerinde farklılığı görülmemiştir.
39. Tuz seviyesinin artmasıyla ekmeğin, ekmek içi yumuşaklık değerlerinde artış görülmüştür. Fakat son fermentasyon süresi üzerinde farklılığı görülmemiştir.
40. Maya seviyesinin artmasıyla ekmeğin, son fermentasyon süresi değerinde azalma görülmüştür. Fakat ekmek içi yumuşaklık değeri üzerinde farklılık görülmemiştir.
41. Sertlik değeri üzerine; malt unu seviyesi ve tuz seviyesi faktörü ile interaksyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.

42. Yapışkanlık değeri üzerine; malt unu seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.
43. Kohesivlik değeri üzerine; tuz seviyesi faktörü ile, interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) ve su sertlik seviyesi faktörü istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur.
44. Elastikiyet değeri üzerine; malt unu seviyesi ve tuz seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.
45. Çiğnenebilirlik değeri üzerine; malt unu seviyesi ve tuz seviyesi faktörleri ile interaksiyonlardan malt unu seviyesi x tuz seviyesi interaksyonu istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur.
46. En yüksek kohesivlik değeri 75 ppm CaCO_3 mg/L su sertliğinde en düşük kohesivlik değeri ise 300 ppm CaCO_3 mg/L su sertliğinde görülmüştür. Su sertliğine sebep olan mineraller gluteni sertleştirici etki yaparak hamurun visko-elastik yapısında olumsuz bir değişikliğe sebep vermektedir. Fakat su sertlik seviyesinin sertlik, yapışkanlık, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerine üzerinde farklılığı görülmemiştir.
47. Malt unu seviyesi arttıkça sertlik, yapışkanlık ve kohesivlik değerlerinde azalış görülmüştür. Malt ununda bulunan alfa amilaz enzimi dekstrinleşme sonucu hamurun yapısını sıvılaştırıcı etki göstermektedir bundan dolayı ekmeğin TPA parametrelerini etkilemiştir.
48. Tuz seviyesinin artmasıyla sertlik değerinde azalış; kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerlerinde artış görülmüştür. Fakat yapışkanlık değerinde bir farklılık görülmemiştir.
49. Maya seviyesinin sertlik, yapışkanlık, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri üzerinde istatistiki olarak bir farklılığı görülmemiştir.

KAYNAKLAR

- Adnan, T. ve Çağrı G., 2017. Ekmek israfını önleme konulu sosyal sorumluluk kampanyasına ilişkin akademisyen, Uzaman ve Öğrenci Görüşleri, E-ISSN 2149-6595, 161-181.
- Andrikopoulos, N., 2010. Food Analysis, Methodology-Organology Theory and Laboratory Exercises. Athens: Bistikea Publications.
- Anonim, 1970. World Health Organization Regional Office for Europe, 1970. European Standarts For Drinking Water (Second Edition), Copenhagen, 33.
- Anonim, 2012a. Türk Gıda Kodeksi, Tarım Köy İşleri Bakanlığı, 2012. Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği (Tebliği No: 2012/13).
- Anonim, 2012b. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2012, Ekmek Hamuru Hazırlama, Gıda Teknolojisi.
- Anonim, 2012c. Analizler 3, Gıda Teknolojisi, http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Un%20Ve%20Unlu%20Mamullerdeki%20Analizler%203.pdf (20.12.2020)
- Avramenko, N. A., Tyler, R. T., Scanlon, M. G., Hucl, P. and Nickerson, M. T. 2018. The Chemistry of Bread Making: The Role of Salt to Ensure Optimal Functionality of Its Constituents. Food Reviews International, 34(3), 204-225.
- Blanshard, J.M.V., Frazier, P.J. and Galliard, T., 1988. Chemistry and pysics baking. Royal Society of Chemistry, 276s, England.
- Boysan, F. ve Şengörür, B., 2009. Su Sertliğinin İnsan Sağlığı İçin Önemi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(1), 7-10.
- Carr, L.G. and Tadini, C.C., 2003. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked french bread. Lebensm.-Wiss.U. Technol, 36, 609-614.
- Coşkun, Y., 2003. Çukurova Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Tek ve İki Katlı Düz Ekmek Üretimine Uygunluğu ile Ekşi Hamurun Kalite Üzerine Etkisinin Araştırılması (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi.
- Çelik, E., 2008. Ekmek Yapımında Kullanılan Bazı Katkı Maddelerinin Ekmek Kalitesi ve Bayatlama Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.
- Dizlek, H., 2012. Buğdaydaki gluten proteinleri: Gliadin. Akademik Gıda, 10(2), 109-114.
- Doğan, İ. S. ve Yıldız, Ö., 2009. Ekmek Makinesinde Farklı Bileşen Seviyelerinin Ekmek Kalite Özelliklerine Etkisi. Gıda, 34(5), 295-301.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2011. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk üniversitesiYayınları. 221-224-251-255. Erzurum.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, H.G., 2015. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayınları. Erzurum, 82-245s.
- Ercan, R. ve Velioğlu, S., 1990, Başlıca Buğday Çeşitlerinin ve Unlarının Mineral Madde Kompozisyonu, Doğa, Tarım ve Ormancılık Dergisi, 14(4): 393-400.

- Ergönül, B., 2007. Ekmek Üretiminde Kritik Kontrol ve Kalite Kontrol Noktalarının Belirlenmesi, *Dünya Gıda Dergisi*, 12(1):62-65.
- Ertaş, N. ve Doğruer, Y., 2010. Besinlerde tekstür. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*, 7(1), 35-42.
- Ertugay, Z. 1983, Buğdayda Amilolitik Aktivite ve Unların Alfa Amilaz Enzimi ile Katkılanması, *Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Ziraat Dergisi*, 14, 177-179.
- Finney, P. L., 1979. Germinated wheat and soybeans in human nutrition. *Adv. Exp. Med.* 105:681.
- He, Y. and Lu, Q., 2014. Impacts of Water Properties on The Quality of Steamed Bread. *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 25-31.
- Hoseney, R.C., 1983. *Principles of Cereal Science and Technology*, A.A.C.C., U.S.A., 327.
- Isaak, C., Sapirstein, H., Wu, Y. and Graf, R., 2019. Effects of water absorption and salt on discrimination of wheat gluten strength assessed by dough mixing and protein composition. *Journal of Cereal Science*, 89.
- Kalkışım, Ö., Özdemir, M. ve Bayram O., 2012. *Ekmek Yapım Teknolojisi*. Gümüşhane, 93 s, Türkiye.
- Karim, A.A., Norziah, M.H. and Seow, C.C., 2000. Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chemistry*, 71, 9–36.
- Karnahoriti, C., 2016. “Preparation and Quality Evaluation of Functional Cereal Products.” Student thesis. Department of Dietetics and Nutrition Science. Harokopio University. Athens.
- Kotancılar, H.G., 2015. *Labaratuar Teknikleri ve Enstrümental Analiz Uygulama Kılavuzu*, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Yayınları NO: 245.
- Kourkouta, L., Koukourikos, K., Iliadis, C., Ouzounakis, P., Monios, A. and Tsaloglidou, A. 2017. Ekmek Ve Sağlık. *Eczacılık ve Farmakoloji Dergisi*, 5, 821-826s.
- Lazsisty, R., 1986. *The Chemistry of Cereal Proteins*, CRC Press. U. S. A., 203 p.
- Mankan, E., 2008. Hamurun Fiziksel Özelliklerinin Çavdar Ekmeğinin Kalitesi Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mondal, A. and Datta, A. K., 2008. Bread baking—A review. *Journal of Food Engineering*, 86(4), 465-474s.
- Özgöz, S., 2014. Ekmek Üretiminde Kullanılan Ham Suyun Arıtım Proseslerinin ve Su Kalitesinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Psaltakis, G., 2002. “Old Testament.” Volume B 'Exit-Lefkion. Ed. SOTIR. Crop: Exit Book: 16: 12-5.
- Pyler, E. J., 1979. *Baking Science and Tecnology*. Cilt· II. Siebel Publishing Co. Chicago. ILL.
- Pyler, E.J., 1988. *Baking Science and Technology*. Sosland Publishing Company, U.S.A.
- Rodbotten, M., Tomic, O., Holtekjolen, A. K., Grini, I. S., Lea, P., Granli, B. S., Grimsby, S., and Sahlstrom, S., 2015. “Barley Bread with Normal and Low Content of Salt: Sensory Profile and Consumer Preference in Five European Countries.” *Journal of Cereal Science* 64: 176-82.

- Saurina, J., Lopez-Aviles, E. and Le Moal, S. A., 2002. Determination of calcium and total hardness in natural waters using a potentiometric sensor array. *Analytica Chimica Acta*, (464), 89–98s.
- Sinani, V., Sana, M., Seferi, E. and Sinani, A., 2014. Arnavutluk'ta Doğal Su Kalitesinin Fırıncılık Ürünlerine Etkisi. *Su Kaynakları ve Koruma Dergisi*, 6 (18), 1659.
- Stefan, E. M., Voicu, G., Constantin, G. A., Ferdeş, M. and Muscalu, G., 2015. The Effect Of Water Hardness On Rheological Behavior Of Dough. *Journal of Engineering Studies & Research*, 21(1).
- Şanlıer, N., 2012. Tam tahıl ürünleri ve sağlık üzerine etkileri. *Tam Buğday Ekmeği Yaygınlaştırma Sempozyumu*, ss. 48-54, Ankara.
- Tanık, O., 2006. Ekmek üretiminde kalite uygulamaları ve müşteri memnuniyet dinamiklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi.
- Yaşasın, M., 2020. Hamur Reolojisi Karakterizasyonunda Kullanılabilecek Yeni Bir Analiz Yöntemi: Toz Akış Ölçüm Cihazı (Pft), Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi.
- Yıldız, N. ve Bircan, H., 2003. Araştırma ve deneme metotları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 266, Erzurum.
- Yılmazaslan, B., 2008. Bazı Doğal Katkı Maddelerinin Ekmek Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yuru, B. and Xianlun, W., 2011. Research on Water'S Influences on the Quality of Frozen Dough. *Procedia Environmental Sciences*, 8, 313-318.
- Yücecan, S., 1992. Türklerde Beslenme Kültürü. Dördüncü Milletlerarası Yemek Kongresi, Konya Kültür ve Turizm Vakfı Yayını, Konya.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Burcu KARACAN
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Başöğretmen Anadolu Lisesi
Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doktora:	-
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	-
Almanca:	-
Rusça:	-
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
-	