



BEBEK BEZLERİNDE OBJEKTİF TUTUM
DEĞERLERİNİN FARKLI YÖNTEMLER İLE
ÖLÇÜLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NECLA YAMAN

Danışman : M. FİKRİ ŞENOL

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
OCAK 2004

131668

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

BEBEK BEZLERİNDE OBJEKTİF TUTUM DEĞERLERİNİN FARKLI
YÖNTEMLER İLE ÖLÇÜLMESİ

13/668

Necla YAMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

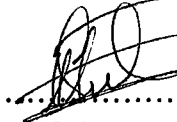


Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. M. Fikri ŞENOL

Afyon
Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Ocak 2004

13/668

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Fikri ŞENOL
Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Necdet SEVENTEKİN
Yrd. Doç. Dr. Mevlüt TERCAN


.....

.....


Necla YAMAN'ın "Bebek Bezlerinde Objektif Tutum Değerlerinin Farklı Yöntemlerle Ölçülmesi" başlıklı tezi 14 / 01 / 2004 tarihinde yukarıda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, Tekstil Mühendisliği Anabilim dalında, Yüksek Lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Recep ASLAN

Enstitü Müdürü

YÜKSEK LİSANS TEZ ÖZETİ

BEBEK BEZLERİNDE OBJEKTİF TUTUM DEĞERLERİNİN FARKLI YÖNTEMLER İLE ÖLÇÜLMESİ

Necla YAMAN

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Ocak 2004

Danışman: Prof. Dr. M. Fikri ŞENOL

Piyasada en çok kullanılan 5 farklı ticari bebek bezin kuru ve ıslak durumda özellikleri incelenmiştir. Bebek bezleri objektif ve subjektif olarak değerlendirilmiştir. Subjektif değerlendirme sonuçlarının laboratuvar testleri ile nasıl belirlenebileceği incelenmiştir. Laboratuvarda yapılan ölçümlerde farklı test metotları kullanılmış ve bunların daha öncekiler ile karşılaştırılması yapılmıştır. Laboratuvarda numunelerde kuru ve ıslak olarak sürtünme, sıkıştırma, ısı iletimi, sıvı emiciliği, kalınlık ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Hem objektif hem de subjektif iyi olarak değerlendirilen bebek bezlerinin düşük LC, SMD, MMD, K, Q, Rewet değerlerine, yüksek su tutma kapasitesi ve ağırlık değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Subjektif değerlendirmelerde deneklerin kuru numunede yüzey özelliklerinden, ıslak numunede sıkıştırma özelliklerinden etkilendiği görülmüştür. Deneklerin özellikle ıslak numunede karakteristikleri daha iyi algıladığı görülmüştür.

ABSTRACT

MEASURING OBJECTIVE HAND VALUES IN THE DISPOSABLE DIAPERS BY
THE DIFFERENT TEST METHODS

Necla YAMAN

Department of Textile Engineering

Afyon Kocatepe Üniversitesi, The Institute of Social Sciences

January 2004

Adisor: Prof. Dr. M. Fikri ŞENOL

Properties of 5 different commercial disposable diapers commonly used to the market are investigated in both dry and wet condition. These disposable diapers are evaluated as subjective and objective. How subjective evaluation values can be determined by laboratory tests was examined. Different test methods are used in the objective measurements, and these objective measurement values are compared by those former studies. In the laboratory, friction, compression, heat transfer, liquid absorption, thickness and weight measurement are made in both dry and wet condition. It is seen that the disposable diapers evaluated as good hand in both dry and wet condition have small rewet, LC, SMD, MMD, K, Q values, and large liquid absorption capacity and weight values. In the subjective evaluation, it is seen that people are effected from the surface properties in the dry samples, from the compression properties in wet samples. It is seen that people perceive especially properties of wet samples.

ÖNSÖZ

Tez konumun seçilmesinde ve tezin yürütülmesinde yardımcı olan danışmanım Sayın Prof. Dr. M. Fikri ŞENOL'a, tez konumun seçilmesinde yardımcı olan ve değerli yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Aysun CİRELİ'ye (Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü), deneylerin yapılması sırasında yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Hüseyin TAVMAN'a (Dokuz Eylül Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü) ve Prof Dr. Mesut YENİGÜL'e (Ege Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü), tez sürem boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen babam Sayın Rasim YAMAN'a, annem Sayın Kanime YAMAN'a, kardeşlerim Sayın Derya ACAR ve Zafer YAMAN'a, eniştem Cihan ACAR'a, dayım Lütfü ÖNER ve İsa ÖNER'e teşekkür ederim.

Necla Yaman

ÖZGEÇMİŞ

Necla YAMAN

Tekstil Teknolojisi Anabilim Dalı

Yüksek Lisans

Eğitim

Lisans: 1999 Afyon Kocatepe Üniversitesi Uşak Mühendislik Fakültesi (UMF)

Tekstil Mühendisliği Bölümü

Lise: 1994 İzmir Namık Lisesi, fen Bölümü

Ortaokul: 1991 İzmir Gültepe Ortaokulu

İş

1999 Mühendis. Uşak Arslan Tekstil Boya Fabrikası

1999- Araştırma Görevlisi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Uşak Mühendislik Fakültesi

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı: İzmir, 25 Haziran 1978 Cinsiyet: Bayan

Yabancı Dil

İngilizce

TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. Polipropilen Liflerinin Genel Özellikleri.....	8
Tablo 2. Farklı Tekstil Teknolojilerinin Üretim Oranları.....	10
Tablo 3. Nonwoven Üretimindeki Artış.....	10
Tablo 4. Wood Pulp ve Sentetik Liflerin Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması.....	16
Tablo 5. Sülfat Ve Kraft (Sülfat) Yönteminin Karşılaştırılması	18
Tablo 6. Standart Santrifuj Kuvvetinde Su Tutma	23
Tablo 7. Mekanik Parametreler İçin Ölçüm Koşulları.....	30
Tablo 8. Mekanik Parametreler.....	31
Tablo 9. Birincil Tutum Değerlendirmesinde Puan Dağılımı.....	32
Tablo 10. Toplam Tutum Değerlendirmesinde Puan Dağılımı.....	32
Tablo 11. Bebek Bezlerinin Teknik Özellikleri	54
Tablo 12. Çelik Kızak Ve Deri Kaplı Kızaklarda Sürtünme Katsayıları (μ).....	58
Tablo 13. Farklı Yük Değerlerinde Standart Sapma (σ) Ve Sürtünme Katsayıları (μ).....	60
Tablo 14. Yük Değerleri İçin Ortalama Standart Sapma ($\bar{\sigma}$) ve Ortalama Sürtünme Katsayısı ($\bar{\mu}$) Değerleri.....	61
Tablo 15. Farklı Hız Değerlerinde Standart Sapma (σ) ve Sürtünme Katsayıları (μ).....	62
Tablo 16. Hız Değerleri İçin Ortalama Standart Sapma ($\bar{\sigma}$) ve Ortalama Sürtünme Katsayısı ($\bar{\mu}$) Değerleri.....	62
Tablo 17. Varyans Analizinden Elde Edilen R^2 ve Düzeltilmiş R^2 Değerleri	62
Tablo 18. Varyans Analizi Sonuçları.....	63
Tablo 19. Sürtünme Katsayısı İçin Geriye Doğru Eliminasyon Yöntemine Göre Regresyon Analizi.....	64

Tablo 20.	Kuru Numuneler İçin Ölçüm Aralıklarında Ortalama Sürtünme Kuvvetleri (N).....	67
Tablo 21.	Islak Numuneler İçin Ölçüm Aralıklarında Sürtünme Kuvvetleri (N).....	68
Tablo 22.	Kuru Numuneler İçin Ölçüm Aralıklarında Sürtünme Katsayıları (μ).....	69
Tablo 23.	Islak Numuneler İçin Ölçüm Aralıklarında Sürtünme Katsayıları (μ).....	70
Tablo 24.	Kuru Numuneler İçin Değerlendirme Tablosu.....	71
Tablo 25.	Islak Numuneler İçin Değerlendirme Tablosu.....	71
Tablo 26.	Güven Aralıkları.....	72
Tablo 27.	Farklı Hız Değerlerinde WC, RC ve Kalınlık Değerleri.....	75
Tablo 28.	Numune Kalınlığı, 150cN Kuvvet Değerinde Kalınlığı, 150cN Kuvvet Değerinde Sıkıştırma İşi ve Kumaş Direnci Değerleri.....	77
Tablo 29.	Farklı Kuvvet Değerlerindeki Sıkışma Miktarı (mm)	78
Tablo 30.	Varyans Analizinden Elde Edilen R^2 ve Düzeltilmiş R^2 Değerleri	78
Tablo 31.	Varyans Analizi Sonuçları.....	78
Tablo 32.	Sıkıştırma Miktarı İçin Geriye Doğru Eliminasyon Yöntemine Göre Regresyon Analizi.....	79
Tablo 33.	Farklı Kuvvet Aralıklarında Sıkışma Farkı (mm).....	81
Tablo 34.	Shoterm QTM Ölçüm Cihazında Ölçüm Boyutları.....	85
Tablo 35.	Shoterm QTM Cihazı İçin Ayar Parametreleri.....	85
Tablo 36.	Tek ve İki Kat Kuru Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı.....	86
Tablo 37.	PE Folye Kaplanmış Kuru Numunelerin Isı İletim Katsayısı.....	87
Tablo 38.	Deney Planı-1.....	94
Tablo 39.	Deney Planı-2.....	95
Tablo 40.	Bebek Bezlerinin Oluştığı Tabakalar.....	100
Tablo 41.	Kuru Numunelerin Subjektif Değerlendirme Sonuçları.....	101
Tablo 42.	Islak Numunelerin Subjektif Değerlendirme Sonuçları.....	101
Tablo 43.	Kuru Numunelerde Subjektif Toplam Tutum Değeri.....	101

Tablo 44. Islak Numunelerde Subjektif Toplam Tutum Değeri.....	102
Tablo 45. Kuru Numuneler İçin Statik Sürtünme Kuvveti.....	102
Tablo 46. Kuru Numuneler İçin maksimum Sürtünme Kuvveti.....	103
Tablo 47. Kuru Numuneler İçin Sürtünme Kuvveti (N).....	103
Tablo 48. Kuru Numuneler İçin Statik Sürtünme Katsayısı.....	103
Tablo 49. Kuru Numuneler İçin Maksimum Sürtünme Katsayıları.....	104
Tablo 50. Kuru Numuneler İçin Sürtünme Katsayıları (μ).....	104
Tablo 51. Kuru Numuneler İçin Pürüzlülük Değerleri (N).....	104
Tablo 52. Kuru Numuneler İçin WC, RC ve Maksimum Yük Değerleri.....	105
Tablo 53. Kuru Numunelerde LC, WC ve A(OAB) Değerleri.....	107
Tablo 54. Kuru Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı (W/mK).....	107
Tablo 55. Kuru Numuneler İçin Ortalama Sıcaklıklar ($^{\circ}$ C).....	107
Tablo 56. Kuru Numunelerin 0.68 N Değerindeki Kalınlıkları.....	108
Tablo 57. Isı Akısı Hesabında Kullanılacak Değerler Ve Isı Akısı.....	108
Tablo 58. Kuru Numunelerin Kalınlık Ve Ağırlık Değerleri	108
Tablo 59. Islak Numuneler İçin Statik Sürtünme Kuvveti (N).....	109
Tablo 60. Islak Numuneler İçin Maksimum Sürtünme Kuvveti (N).....	109
Tablo 61. Islak Numuneler İçin Sürtünme Kuvveti (N).....	109
Tablo 62. Islak Numuneler İçin Statik Sürtünme Katsayısı (μ).....	110
Tablo 63. Islak Numuneler İçin Maksimum Sürtünme Katsayıları (μ)	110
Tablo 64. Islak Numuneler İçin Sürtünme Katsayısı (μ).....	110
Tablo 65. Islak Numuneler İçin Pürüzlülük Değerleri (N)	111
Tablo 66. Islak Numuneler İçin WC, RC ve Maksimum Yük Değerleri.....	112
Tablo 67. LC, WC ve A(OAB) Değerleri.....	112
Tablo 68. Islak Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı (W/mK)	112
Tablo 69. Islak Numuneler İçin Sıcaklıklar ($^{\circ}$ C)	113
Tablo 70. Islak Numunelerin 0.68 N Değerindeki Kalınlıkları.....	113
Tablo 71. Islak Numuneler İçin Isı Akısı Hesabında Kullanılacak Değerler ve Isı Akısı.....	113
Tablo 72. Islak numunelerin kalınlık ve gramaj Değerleri (mm).....	114
Tablo 73. Wetback Testlerinin Sonuçları (g).....	114

Tablo 74. Emicilik Kapasitesi Sonuçları (ml).....	115
Tablo 75. Su Tutma Testi Sonuçları (g).....	115
Tablo 76. Emicilik Bölgesi Sonuçları (mm ²)	115
Tablo 77. Kuru ve Islak Numuneler İçin Parametrelerin Normal Değerleri.....	116
Tablo 78. Kuru Numuneler İçin Kontrol Kartı Değerleri.....	117
Tablo 79. Islak Numuneler İçin Kontrol Kartı Değerleri.....	117
Tablo 80. Kuru Numunelerde A _s İçin Birincil Tutum Değeri Sonuçları.....	118
Tablo 81. Kuru Numunelerde Subjektif Değerlendirme Yüzdesi.....	119
Tablo 82. Islak Numunelerde Subjektif Değerlendirme Yüzdesi.....	122
Tablo 83. Kuru Numuneler İçin Birincil Tutum Değerlerinde Kullanılacak Katsayılar.....	125
Tablo 84. Kuru Numunelerin Objektif Ölçüm Sonuçlarının Toplu Gösterimi.....	125
Tablo 85. Birincil Tutum Değerlerine Parametrelerin Etkilerinin Toplu Gösterimi.....	133
Tablo 86. Mekanik Parametreler İle Fukurami Arasında İlişkiyi Gösteren Denklemler	133
Tablo 87. Mekanik Parametreler İle Koshi Arasında İlişkiyi Gösteren Denklemler	134
Tablo 88. Mekanik Parametreler İle Numeri Arasında İlişkiyi Gösteren Denklemler	134
Tablo 89. Kuru Numunelerde Hesaplanan Birincil Tutum Değerleri.....	135
Tablo 90. Kuru Numunelerde Toplam Tutum Değeri İçin Katsayılar.....	135
Tablo 91. Kuru Numunelerin Toplam Tutum Değerleri.....	135
Tablo 92. Islak Numuneler İçin Birincil Tutum Değerlerinde Kullanılacak Katsayılar.....	135
Tablo 93. Islak Numunelerin Objektif Ölçüm Sonuçlarının Toplu Gösterimi.....	136
Tablo 94. Birincil Tutum Değerlerine Parametrelerin Etkileri.....	149
Tablo 95. Mekanik Parametreler İle Fukurami Arasında İlişkiyi	

Gösteren Denklemler	150
Tablo 96. Mekanik Parametreler İle Koshi Arasında İlişkiyi	
Gösteren Denklemler	151
Tablo 97. Mekanik Parametreler İle Numeri Arasında İlişkiyi	
Gösteren Denklemler	152
Tablo 98. Islak Numunelerde Hesaplanan Birincil Tutum Değerleri.....	153
Tablo 99. Islak Numunelerde Toplam Tutum Değeri İçin Katsayılar.....	153
Tablo100. Islak Numunelerin Toplam Tutum Değerleri.....	153
Tablo101. Kuru ve Islak Tutum Değerlerinin Objektif Ölçüm	
Parametreleri İle Olan Korelasyon Katsayıları.....	154



ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Selüloz Yapıtışı.....	6
Şekil 2. Polipropilen.....	7
Şekil 3. Spunbond İşlemi.....	11
Şekil 4. Filamentlerin Ayrılması.....	12
Şekil 5. Çapraz Yönde İşlem Yönünde Doku Üretimi.....	12
Şekil 6. Spunbond İşlemi İçin Pnömatik Jet.....	13
Şekil 7. Termal Bağlanma Silindirleri.....	15
Şekil 8. Histerisis Eğrileri	26
Şekil 9. Kontrol Kartı.....	34
Şekil 10. Sıkıştırma-Gevşeme Grafiği	38
Şekil 11. Karakterize Olmuş İnstron Grafikleri (a) Sürtünme Kuvveti Sabit Olduğu Zaman, (b) Stick-Slip Etkisi Gösteren Sürtünme Kuvvetinin Salınım Hareketi, (c) Elastik Davranış Gösteren Dalgalı Sürtünme Kuvveti	42
Şekil 12. Farklı Yapılarda Su Emiciliği	46
Şekil 13. Farklı Yapılarda Tuzlu Su Emiciliği	46
Şekil 14. Absorban İçeren Fluff Yapılar İle Suyun Emilme Hız Değişimi.....	47
Şekil 15. Absorban İçeren Fluff Yapılar İle Tuz Çözeltilisinin Emilme Hız Değişimi.....	47
Şekil 16. Suda Jel Şişmesi: Başlangıç r_0 Jel Çapında Kuru Fazın Kaybolması İçin Geçen Süre t_{max}	50
Şekil 17. Suda Jel Şişmesi: Başlangıç r_0 Jel Çapında Şişmiş Jel Çapı Sabit Olana Kadar Geçen Süre t_{dry}	50
Şekil 18. Sıkıştırma Grafiği	53
Şekil 19. WC Değerinin Kalınlık İle Değişimi.....	76

Şekil 20. WC Değerinin Hızla Değişimi.....	76
Şekil 21. Hot Wire Yöntemi.....	84
Şekil 22. Standart QTM Probu.....	84
Şekil 23. TEFO Disk Metodu	90
Şekil 24. Mikroskopta Coverstock Tabakasının Görünüşü.....	96
Şekil 25. Mikroskopta Wood Pulp Tabakasının Görünüşü.....	97
Şekil 26. Mikroskopta Alt Tabakanın Görünüşü.....	97
Şekil 27. Coverstock Tabakasının İnfrared Çıktısı.....	98
Şekil 28. PES Polimerinin İnfrared Grafiği.....	98
Şekil 29. PE Tabakanın İnfrared Grafiği.....	99
Şekil 30. Stiren Butadien Kauçuğunun İnfrared Grafiği.....	99
Şekil 31. Kuru Numuneler İçin Histerisis.....	106
Şekil 32. Kalınlık Değişim Histerisisi.....	106
Şekil 33. Islak Numune İçin Histerisis.....	111
Şekil 34. Kuru Numuneler İçin Subjektif Değerlendirme Grafiği.....	121
Şekil 35. Islak Numuneler İçin Subjektif Değerlendirmelerin Grafiği Arasındaki İlişki.....	124
Şekil 36. MMD Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	126
Şekil 37. MMD Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	127
Şekil 38. SMD Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	127
Şekil 39. SMD Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	128
Şekil 40. RC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	128
Şekil 41. LC Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	129
Şekil 42. LC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	129
Şekil 43. K Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum Değeri	

	Arasındaki İlişki.....	130
Şekil 44.	Q Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	130
Şekil 45.	Q Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	131
Şekil 46.	T Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	131
Şekil 47.	T Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	132
Şekil 48.	W Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	132
Şekil 49.	MIU Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	138
Şekil 50.	MMD Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	138
Şekil 51.	MMD Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	139
Şekil 52.	SMD Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	139
Şekil 53.	SMD Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	140
Şekil 54.	WC Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	140
Şekil 55.	WC Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	141
Şekil 56.	WC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	141
Şekil 57.	RC Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	142
Şekil 58.	RC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	142
Şekil 59.	LC Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri	

	Arasındaki İlişki.....	143
Şekil 60.	LC Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum Değeri . Arasındaki İlişki.....	143
Şekil 61.	LC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	143
Şekil 62.	K Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	143
Şekil 63.	K Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	145
Şekil 64.	W Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	145
Şekil 65.	W Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	146
Şekil 66.	W Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	146
Şekil 67.	Su Tutma Kapasitesi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	147
Şekil 68.	Su Tutma Kapasitesi ile Koshi Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	147
Şekil 69.	Su Tutma Kapasitesi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	148
Şekil 70.	Emicilik bölgesi ile Fukurami Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	148
Şekil 71.	Emicilik bölgesi ile Numeri Birincil Tutum Değeri Arasındaki İlişki.....	149
Şekil 72.	Kontrol Kartı.....	155

KISALTMALAR

HV	: Birincil Tutum Değeri
K	: Isı İletim Katsayısı
LC	: Sıkıştırma Lineerliği
MIU	: Sürtünme Katsayısının Ortalaması
MMD	: Sürtünme Katsayısının Standart Sapması
Q	: Isı Akısı
RC	: Sıkıştırma Direnci
SMD	: Pürüzlülük
T	: Kalınlık
THV	: Toplam Tutum Değeri
W	: Ağırlık
WC	: Sıkıştırma İşi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ JÜRİSİ VE ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ÖZGEÇMİŞ	vi
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

I. ATILABİLİR BEZLERİN TARİHİ.....	1
II. BEBEK BEZLERİNDEN KAYNAKLANAN SORUNLAR.....	2
III. BEBEK BEZLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİ.....	4
A) BEBEK BEZİNİN OLUŞTUĞU TABAKALAR.....	5
1. Coverstock Tabakası.....	5
2. Emici Tabaka.	7
3. Alt Taban.....	7
B) NONWOVEN TEKNOLOJİSİ	7
1. Polipropilen Liflerinin Özellikleri.....	7
2. Nonwoven Teknolojisi İçin Lif Hazırlama Yöntemi.....	8
3. Nonwoven Teknolojisi.....	8
4. Spunbond Teknolojisi.....	11
a) Spunbond Kumaşların Özellikleri.....	13

5. Termal Bağlanma.....	14
C) EMİCİ TABAKANIN ELDESİ.....	16
1. Mekanik Olarak Odun Talaşı Elde Etme.....	17
2. Kimyasal Olarak Odun Talaşı Elde Etme.....	17
3. Beyazlatma.....	18
4. Tekrar Bağlama, Kurutma Ve Tüylerin Kabartılması.....	18
5. Lif Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Ve Üretim Metodunun Etkisi.....	19
D) SÜPER ABSORBAN POLİMERLER.....	19
1. Hidrojellerin Üretimi.....	20
a) Poliakrilatların Üretimi.....	20
b) Karboksimetil Selülozların Üretimi.....	20
c) Selüloz Ve Nişasta Esaslı Graft Kopolimerlerinin Üretimi.....	21
2. Hidrojellerin Performansı ve Özellikleri.....	21
3. Ticari Ürünlerde Hidrojellerin Kullanımı.....	21
4. Kullanılan Diğer Absorban Maddeler.....	22
a) Eriyikten Çekilmiş Mikrofiber.....	22
b) Viskoz.....	23
c) Köpük ve Sünger.....	23
d) Yosun.....	23
e) Çok Sıkı Bağlanmış Dokular.....	24
f) Atık Maddelerden Süper absorbanlar.....	24
IV. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	24
A) TEMEL KAVRAMLAR VE TEORİLER.....	24
B) SIKIŞTIRMA İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	36
C) SÜRTÜNME İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	41
D) SIVININ LİFLİ YAPI TARAFINDAN EMİLMESİ İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	45
E) ISIL ÖZELLİKLER İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	52

İKİNCİ BÖLÜM
MATERYAL VE METOD

I. MATERYAL.....	54
A) KULLANILAN MATERYAL.....	54
B) KULLANILAN TEST CİHAZLARI.....	54
II. METOD.....	55
A) BEBEK BEZLERİNİN OLUŞTUĞU KATMANLARIN BELİRLENMESİ.....	55
1. Ölçümlerin Yapılması.....	55
B) YAPILACAK DEĞERLENDİRMELERİN BELİRLENMESİ.....	56
1. Subjektif Değerlendirmeler.....	56
a) Subjektif Değerlendirme Skalaları.....	56
b) Subjektif Değerlendirmeler İçin Numunelerin Hazırlanması.....	57
2. Sürtünme Testleri.....	57
a) Sürtünme Test Cihazı.....	57
b) Sürtünme Test Numunesinin Hazırlanması.....	58
c) Sürtünme Parametrelerinin Belirlenmesi.....	58
d) Ön Deneyler İle Karar Verilmesi Gereken Parametreler.....	58
e) Kızak Malzemesinin Seçimi.....	58
f) Kızak Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	59
g) Yük Parametresinin Belirlenmesi.....	59
h) Hız Parametresinin Belirlenmesi.....	61
i) Sürtünme Testlerinde Yük, Kızak Alanı Ve Hız Parametrelerinin Değerlendirilmesi.....	62
j) Ölçüm Mesafesinin Belirlenmesi.....	65
j) Sürtünme Testleri İçin Tekrar Sayısının Belirlenmesi.....	71
3. Pürüzlülük Testleri	73
a) Pürüzlülük Testleri İçin Tekrar Sayısının Belirlenmesi.....	73
4. Sıkıştırma Testleri.....	73
a) Sıkıştırma Test Cihazı.....	73

b) Sıkıştırma Test Numunesinin Hazırlanması.....	74
c) Sıkıştırma Parametrelerinin Belirlenmesi.....	74
d) Ön Deneyler İle Karar Verilmesi Gereken Parametreler.....	74
e) Hız Parametresinin Belirlenmesi.....	75
f) Yük Parametresinin Belirlenmesi.....	77
g) Deney Tekrar Sayısının Belirlenmesi.....	82
5. Isı Transferi Testleri.....	82
a) Isı İletim Katsayısı Test Cihazı.....	82
b) Isı İletim Katsayısı Test Numunelerinin Hazırlanması.....	85
c) Isı İletim Katsayısı Parametrelerinin Belirlenmesi.....	85
d) Ön Denemeler İle Karar Verilmesi Gereken Parametreler.....	86
e) Numune Kalınlığının Belirlenmesi.....	86
f) PE Folye Kullanımının Belirlenmesi.....	86
g) Isı İletim Katsayısı Ölçümleri İçin Tekrar Sayısı.....	87
6. Kalınlık Ölçümü.....	87
7. Sızıntı Performansı Testleri.....	87
a) Sızıntı Performansı İle İlgili Testler.....	88
b) Wetback Testi.....	88
ba) Wetback Testi İçin Numune Hazırlama.....	88
bb) Wetback Testi İçin Çözelti Hazırlama.....	88
bc) Wetback Testi'nin Yapılışı.....	88
bd) Wetback Testi İçin Tekrar Sayısı.....	89
c) Emicilik Bölgesi.....	89
d) Emicilik Kapasitesi Ve Su Tutma Kapasitesinin Ölçümü.....	89
da) Tefo Disk Metodu.....	89
db) Su Tutma Kapasitesi.....	90
dc) Emicilik Kapasitesi Ve Su Tutma Kapasitesi	
Testi İçin Tekrar Sayısı.....	90
III. DENEY PLANI.....	91
A) SÜRTÜNME TESTLERİ.....	91
B) SIKIŞTIRMA TESTLERİ.....	92

C) ISI TRANSFERİ TESTLERİ.....	93
--------------------------------	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ

I. DENEY SONUÇLARI.....	96
A) KATMANLARIN GÖRÜNÜŞLERİ.....	96
B) BEBEK BEZLERİNİN OLUŞTUĞU TABAKALAR.....	98
C) SUBJEKTİF DEĞERLENDİRME SONUÇLARI.....	100
D) OBJEKTİF ÖLÇÜMLERİN SONUÇLARI.....	102
1. Kuru Numunelerin Objektif Ölçüm Sonuçları	102
a) Kuru Numunelerde Sürtünme Testlerinin Sonuçları.....	102
aa) Kuru Numunelerde Sürtünme Kuvvetleri.....	102
ab) Kuru Numunelerde Sürtünme Katsayıları.....	103
ac) Kuru Numunelerde Pürüzlülük Değerleri.....	104
b) Kuru Numunelerde Sıkıştırma Testlerinin Sonuçları.....	105
ba) Kuru Numunelerde Sıkıştırma İşi, Sıkıştırma direnci, Lineerlik ve Maksimum Yük Değerleri.....	105
c) Kuru Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı Testlerinin Sonuçları.....	107
d) Kuru Numunelerde Kalınlık ve Gramaj Değerleri.....	108
2. Islak Numunelerin Değerlendirilmesi.....	108
a) Islak Numuneler İçin Sürtünme Testlerinin Sonuçları.....	109
aa) Islak Numuneler İçin Sürtünme Kuvvetleri.....	109
ab) Islak Numuneler İçin Sürtünme Katsayıları.....	110
ac) Islak Numuneler İçin Pürüzlülük Değerleri.....	110
b) Islak Numuneler İçin Sıkıştırma Değerleri.....	111
ba) Islak Numuneler İçin Sıkıştırma İşi, Sıkıştırma Direnci, Lineerlik ve Maksimum Yük Değerlerinin Belirlenmesi.....	111
c) Islak Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı Değerleri.....	112
d) Islak Numuneler İçin Kalınlık ve Gramaj Değerleri.....	114
e) Wetback Testlerinin Sonuçları.....	114

f) Emicilik Kapasitesi Sonuçları.....	114
g) Su Tutma Testi Sonuçları.....	115
h) Emicilik Bölgesi Testi Sonuçları.....	115
3. Kontrol Kartının Hazırlanması.....	116
II. DEĞERLENDİRME.....	118
A) SUBJEKTİF SONUÇLARIN DEĞERLENDİRMESİ.....	118
1. Kuru Numunelerin Değerlendirilmesi.....	118
2. Islak Numunelerin Değerlendirilmesi.....	122
B) OBJEKTİF SONUÇLAR İLE TUTUM DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI.....	124
1. Kuru Numunelerde Birincil Tutum Değerlerinin Ve Toplam Tutum Değerlerinin Hesaplanması.....	124
a) Mekanik Parametrelerin İncelenmesi.....	126
b) Birincil Tutum Değerlerinin Hesaplanması.....	134
c) Toplam Tutum Değerlerinin Hesaplanması.....	135
4. Islak Numunelerde Birincil Tutum Değerlerinin Ve Toplam Tutum Değerlerinin Hesaplanması.....	136
a) Mekanik Parametrelerin İncelenmesi.....	137
b) Birincil Tutum Değerlerinin Hesaplanması.....	152
c) Toplam Tutum Değerlerinin Hesaplanması.....	153
B) KONTROL KARTLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	153
III. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR	
A) SÜRTÜNME KATSAYISI.....	156
B) PÜRÜZLÜLÜK TESTLERİ.....	157
C) SIKIŞTIRMA TESTLERİ.....	157
D) ISI İLETİMİ TESTLERİ.....	158
E) BİRİNCİL TUTUM DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ.....	159
F) ISLAK VE KURU NUMUNELERDE OBJEKTİF SONUÇLARIN KARŞILIKLI OLARAK İNCELENMESİ.....	160
KAYNAKÇA.....	162

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

I. ATILABİLİR BEZLERİN TARİHİ

Procter & Gamble Charmin Kağıt Fabrikasını 1957 yılında satın aldıktan sonra Charmin'in elemanlarından biri olan Mills kağıt endüstrisine yeni bir ürün kazandırmayı düşündü. Bu durumda o güne kadar yapılan işlerin yanı sıra ilave bir pazar daha açılmış olacaktı. Mills, annesinin ve diğer bayanların bez yıkamaktan nefret ettiklerini biliyordu. Bu nedenle yeni bir ürün olarak atılabilir bezlerin üretilmesinin iyi bir fikir olduğunu öne sürdü.

1961 yılında bugünkü bebek bezleri ile karşılaştırılmayacak kadar basit olan ilk bebek bezleri üretildi. Bu bebek bezleri kare şeklinde idi. Bu ürünün yapılmasında kullanılan hammaddeler ise şöyle verilebilir.

Coverstock için rayon elyafi kullanılmıştır. Bugün bile hala konfor bakımından cilde rayonun daha uygun olduğu kabul edilmektedir. Ancak rayonun su tutma yeteneği fazla olduğu için artık günümüzde kullanılmamaktadır.

Alt tabaka için plastik kullanılmıştır. Amaç sıvının dışarı çıkmasını önlemektir.

Dolgu malzemesi olarak da çok tabakalı kıvrıştırılmış (bürümcüklü) kağıt kullanılmıştır.

1966 yılında Johnson & Johnson için çalışan Carlyle Harmon ve Dow Chemical için çalışan Billy Gene Harper, emiciliği artırmak için sürekli bezin hacmini artırmanın bir çözüm olmadığını bildirerek, bunun yerine karabiber tanesi büyüklüğünde süper absorban polimerleri kullanmanın daha iyi olacağını açıkladılar. Çünkü süper absorban polimerler ağırlığının 300 katı kadar sıvı emebiliyorlar. Bu konu üzerinde patent aldılar. Bundan sonraki bez üretimi Harper-Harmon modeline göre yapıldı. Böylece modern bez doğmuş oldu.

1968 yılında Kimberly-Clarck bebek vücuduna uygun bez şekli oluşturdular. Bebeğin bacak oyuntularına göre bezlere şekil verildi.

1976'da Procter & Gamble bezlerin bacak kısımlarında oluşan sızıntıyı önlemek amacıyla bezlerin bacak kısımlarını elastikleştirdi. O zamanlar Procter & Gamble bezleri Mills tekniğine göre ürettiyordu. Çok basit bir teknik olmasına karşın süper absorban polimer kullanılmadığı için emiciliği çok azdı. Buda problem yaratıyordu. Kağıt ıslandığı zaman bebek cildinin ıslanmasına neden oluyor ve buda cilt tahrişinin artmasına neden oluyordu. Bebek hareket ederken, oturduğu zaman bezin emici tabakasına 5 kPa basınç uygulanıyor. Bu basınç altında bezin dolgu tabakası tarafından emilen idrar tekrar bebeğin cildinin ıslanmasına sebep oluyordu. Buna bir çözüm olması amacıyla kullanılan bürümcüklü kağıt küçük parçalara ayrıldı ve buna fluff adı verildi. Emiciliği artırmak amacı ile bezde daha fazla fluff kullanmaya başladılar. Bu işlem sonunda üretilen bezlerin hacmi oldukça fazla arttı. Daha sonra sürekli hacim artırmanın çözüm olmadığını kabul ettiler. Onlar da Harper ve Harmon modelini kullanmaya başladılar.

18. yy ortalarında pulp ile bezi tıka basa doldurmanın bir çözüm olmadığı bunun yerine süper absorban polimer kullanılmasının daha uygun olacağı anlaşıldı. Bu zamanlardan sonra Kimberly Clarck ve Procter & Gamble'da Harper-Harmon modelini kullandı. Eski bezler ancak 75 ml sıvı emebilirken bugünkü bezler 500 ml sıvı emebilmektedir.

Son 20-30 yıldır üretilmiş bezlerin hacimliliğinin azaltılması için çalışılmaktadır. İlk üretilen bezler şu andaki mevcut bezlerin 3 katı hacme sahipti. Daha sonra ki birkaç yıl içinde Procter & Gamble bez hacimliliğini %5 düşürmüştür.

Görüldüğü gibi modern bez iki kez keşfedildi. İlk keşif Procter & Gamble için çalışan Victor Mills tarafından yapıldı. Ivory (soap) sertliği giderme metodunu kullandı. Pahalı ve zaman alıcı bir metottur. Mills daha basit ve sürekli bir metot geliştirdi.

2. keşif Carlyle Harmon ve Billy Gene Harper tarafından geliştirildi. Pulp yanında süper absorban polimer kullanıldı. Daha komplike bir işlem söz konusudur.

II. BEBEK BEZLERİNDEN KAYNAKLANAN SORUNLAR

Günümüzde kullanımını oldukça yaygın duruma gelen bebek bezleri eskiden bir lüks olarak algılanmasına karşın, bugün sağlık ve kullanım kolaylığı bakımından bir gereklilik durumuna gelmiştir. Daha önceleri bebek bezi olarak pamuklu kumaşların kullanılması sonucu bebeğin cildi sürekli idrar ile temas halinde bulunmaktadır. Bebeğin cildinin sürekli idrar ile temas halinde bulunmasından dolayı, bebek sürekli rahatsızlık duymakta ve huzursuzluk içinde bulunmaktadır. Uzmanların daha önceki çalışmalarından elde ettiği sonuca göre; 0-2 yaş bebeklerin uyku düzensizliğinin büyük çoğunluğunun cildin sürekli nemli durumda bulunmasından kaynaklandığıdır. Bu konu üzerinde deneysel çalışmalar da yapılmıştır. Ciltteki tahrişlerde bebek bezlerinin kullanımının yaygınlaşmasına neden olmuştur.

Ürenin bakteriler tarafından bozuşturulması ile oluşan amonyakın cilt tahrişinde bir faktör olduğu ancak tek başına temel faktör olarak belirtilmesinin zor olacağı daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir. Amonyak ancak zararı artırıcı bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durumdan anlaşılacağı üzere bebeğin cildi ne kadar fazla nemli kalırsa bozuşan üreden açığa çıkan amonyak cilt ile daha fazla temas edecek ve tahriş oranının artmasına yardımcı faktör olarak karşımıza gelecektir.

Cilt-cilt ve cilt-bez sürtünmesi de tek başına önemli bir faktör olmasa da, zarara neden olan faktörlerdendir (Janniger ve Thomas, 1993; Campbell ve ark., 1987; Akin, 2001; Cotrenden; 1988).

Bez ile kaplı olan bölgedeki ıslaklık her ne kadar süper absorban polimer tarafından emilerek azaltılsa da tamamen ıslaklık problemi elimine edilemez. Islaklık ise bezin verdiği zararın artmasına neden olur. Sürtünmeden kaynaklanan zarar ve aşınma cildin hassasiyetini artırır ve bu durumda hastalığa karşı direnme fonksiyonu yerine getirilemez. Üre ile temas süresinin uzatılması cilt tahrişinin oluşması için yeterlidir. Cilt ıslaklığı ile pH arasında bir araştırma sonucu pH değişiminin cilde ıslaklıktan daha fazla zarar verdiği görülmüştür. Ama ikisi de cilt için önemli faktörlerdir.

Ürenin bozulması sonucu oluşan amonyak ve diğer ürünler cilt tahrişinde önemli bir rol oynar. Absorban materyal sıvıyı emdiği gibi bir miktar onun bağlanmasını sağlar.

Ciltteki ıslaklık artışı sürtünme katsayısının artmasına ve daha fazla sürtünme zararına neden olmuştur. Bu durumda cilt tahrişi de normal olarak artmaktadır. Absorban içeren bezler daha fazla üre tutmaktadır. Bu durum absorban materyalin üre ile temas haline gelmesinde jelleşmesinden kaynaklanır. Böylece üreyi bezin içerisine

hapseder ve cilde geri çıkışını önlerler. Absorban materyal cilt ıslanmasını aksi yönde etkilemez.

pH 6-7 aralığına kadar arttığı zaman lipaz ve protaz aktiviteleri artar. Bu dışkı enzimleri direkt olarak cilde zarar verir ve cildin diğer zararlara duyarlılığını artırır. Normal cilt pH'ının korunması bu enzimlerin cilde verdiği zararı azaltır. Absorban içeren bez ve pedlerde daha iyi bir pH stabilizesi sağlanır (Campbell ve ark., 1987).

Absorban kullanılması cilt rahatsızlıklarını azaltabilir ancak tamamen ortadan kaldıramaz. Standart bezler coverstock tabakası altında içinden geçmesine izin vermeyen bir film tabakası içerir. Bu tabaka bağıl nemi artırır ve bezli bölgedeki cildi 10 kat daha fazla nemli tutar. Mikro delikli film (membranlar) hem bağıl nemi hem de cilt nemliliğini azaltır. Membranlar hem havayı hem de buharı geçirir ancak suyu geçirmez.

Nefes alabilir bir tabaka içeren atılabilir bezler cildi daha kuru tutar, ısı artışını önler ve klasik bezlerden daha konforludur. Kızarıklıkları da azaltmaktadır. Isı ve nem cilt üzerindeki CO₂ miktarını artırır, bu durumda da cildin enfeksiyonlara karşı duyarlılığı artar. Hava geçirgenliği ile CO₂ miktarını azaltarak mantar enfeksiyonu riskini azaltabiliriz, ancak cilt kızarıklıklarını hava geçirgenliği ile azaltamayız (Akin ve ark., 2001).

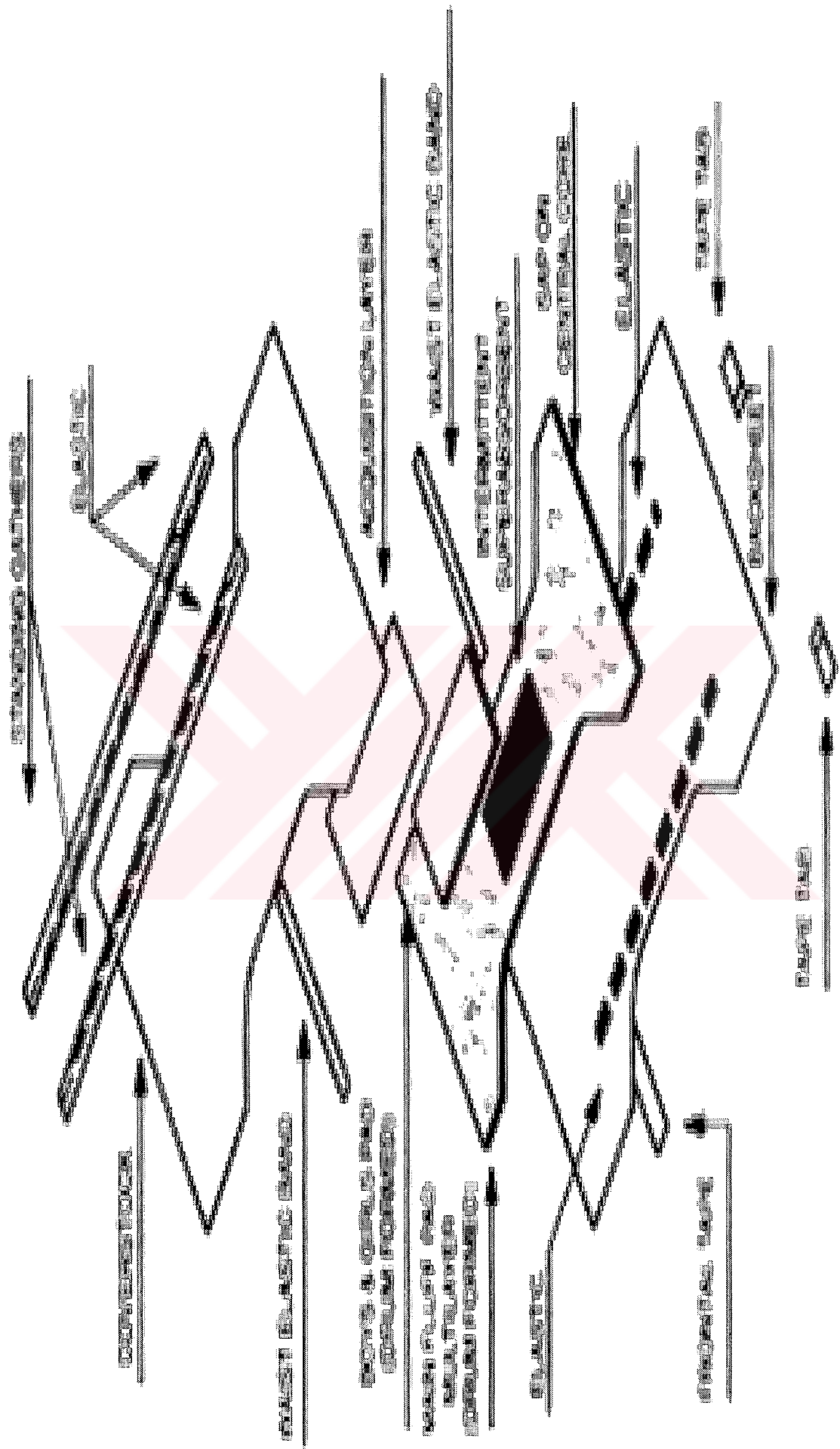
Yukarıda verilen durumlarda bebeğin cildinin nasıl etkilendiği anlatıldı. Bazı durumlarda farklı özelliklerde bebek bezlerinin bile birbirine göre üstünlük sağladığı anlaşılmaktadır.

Hijyenikliği, kullanım kolaylığı ve emiciliğinin fazla olması nedeniyle ıslaklığın fazla hissedilmemesi nedeniyle tutum hissini iyi olması bebek bezleri ve hijyenik pedlerinin kullanımının artmasının başlıca sebeplerindendir.

III. BEBEK BEZLERİ HAKKINDA GENEL BİLGİ

Bu ürünler genel olarak absorban ürünler olarak da isimlendirilirler. Bebek bezleri, eğitim külotları, bayan hijyen ürünleri (pedler ve tamponlar) ve yetişkin bez ürünlerini kapsarlar.

Bebek bezlerinde beklenen özellikler; idrarı emmesi, idrarı emici merkezde tutması, bebek cildini kuru tutması, idrar ve dışkıyı ayırması, bebek cildini enfeksiyondan



PLAN OF BUILDING

korumasıdır. Bu özellikler; konforu sağlamak, uygun yerleşim, kullanım kolaylığı, güürültü yapmama ve pişik yapmama gibi özelliklerin tamamını sağlamak için istenir.

A) BEBEK BEZİNİN OLUŞTUĞU TABAKALAR

Bebek bezleri 3 tabakadan oluşmaktadır.

- i. Coverstock (üst yüzey)
- ii. Emici tabaka (absorban+ odun talaşı)
- iii. Alt tabaka

1. Coverstock Tabakası.

Sıvıyı hızlı olarak alt tabakaya geçirecek ve sıvının geri çıkışını önleyecek şekilde dizayn edilmelidir. Sıvı emilimi, mukavemet, yumuşaklık, yüzey aşınma dayanımı, geri sıvı çıkışı ve hızlı olarak sıvının emilmesi özelliklerinin optimumda tutulması ile sağlanmalıdır.

Bu tabaka maliyeti düşürmesi açısından yeterince ucuz olmalı, tutumun yeterli olması açısından da yumuşak, düz ve esnek olmalıdır. Sıvının tek yönlü geçmesine izin vererek sıvının absorbanlar ve odun talaşı tarafından emilmesini izin vermeli ancak sıvının ters yönde geçmesine izin vermeyerek sızıntıya ve cildin ıslak kalmasına meydan vermemelidir. Coverstockta kullanılan ana materyaller; viskoz, poliester lifi, polipropilen lifi, polietilen lifi ve bu liflerin bikomponentleridir (Sekler, 2002). Bikomponentlere örnek olarak polietilen ve polipropilenden oluşmuş olan olefin verilebilir. Bu tabakanın oluşumunda bu polimerler tabaka tabaka yerleştirilebilirler. Pamuk ve odun talaşı lifleri de bu şekilde kullanılabilir. Coverstock tabakası ştapel liflerden, filamentlerden veya filminden oluşmuştur. Bu yüzey daha sonra bahsedilecek olan nonwoven teknolojisine göre üretilir. Yüzey aktif maddeler ile bu tabakanın yüzey özellikleri artırılabilir . Film olarak kullanımlarda da genel olarak polietilen materyal kullanılır.

Daha önceleri coverstock olarak en çok viskoz lifleri kullanılması karşın bugün ağırlıklı olarak polipropilen lifleri kullanılmaktadır. Polipropilen liflerinin seçilmesindeki neden emicilik kapasitesinin daha düşük olması nedeni ile daha iyi cilt

koşullarını sağlamasıdır. Ancak viskoz lifinin cilde karşı daha konforlu olduğu bilinmektedir.

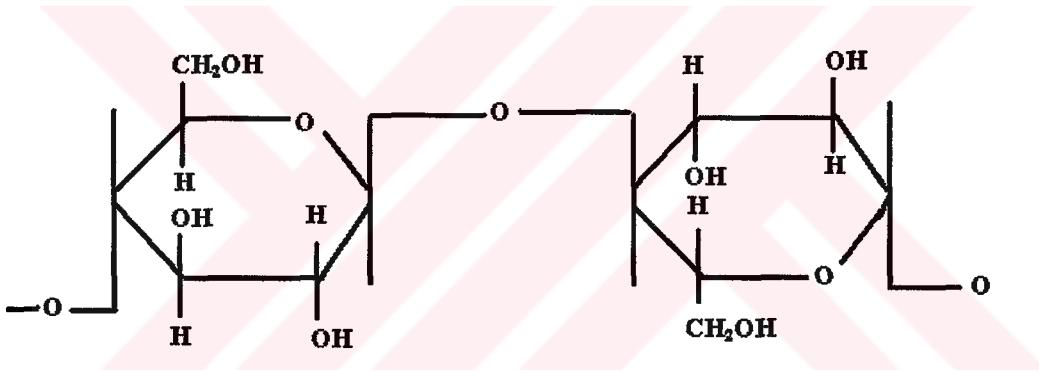
Bazı durumlarda PE ve PES'de kullanılabilir.

Coverstock tabakası birim bölgedeki yoğunluğu 5-30g/m² olan film, filament veya stapel liflerden oluşabilen nonwoven dokulardır.

Nonwoven kumaşların karakteristiklerini veren ana faktörler;

- Polimerik materyalin hammaddesi
- Liflerin doku oluşturma yöntemi
- Dokunun bağlanma yöntemleri
- Kimyasal ve mekanik bitim işlemleridir.

Selüloz lifleri β , D Glikopranoz yapıtaşlarından oluşur. Kapalı formülleri (C₆H₁₀O₅)_n'dir. Rejenere selüloz lifleri 200-600 glikoz yapıtaşının bir araya gelmesinden oluşur.



Şekil-1 Selüloz Yapıtaşı

Görüldüğü gibi her glikoz yapı taşında 3 tane serbest OH grubu bulunmaktadır. Su molekülleri ise selülozun üst yüzeyindeki OH gruplarına bağlanır. Bu nedendir ki sentetik liflerin suya karşı afinitesi oldukça düşük olmasına karşın, selüloz esaslı liflerin suya karşı afinitesi oldukça fazladır. Selüloz liflerinde bulunan OH grubu bunun esas nedenidir. PP ve PE gibi su sevmeyen kimyasal lifler üretim sırasında ilave edilen ıslanmaya yardımcı olan malzemeler veya sürfaktanların ilavesi ile ıslanabilirlikleri artırılır. Polimerden lif çekimi sırasında ilaveler az yada çok bu lifleri ıslanabilir hale getirir.

2. Emici Tabaka.

Bu tabaka 2 ana alt tabakadan oluşur. Bu sıvıyı çeken ve düzgün olarak dağıtan dalgalı tabaka ve sıvıyı absorblayıp hapseden merkezi tabakadır. Bezin yapısını basitleştirmek için airlaid süper absorban esaslı maddelerden oluşan bir kompozitte iki maddenin kombine edilmesi artan hareket serbestliği verir. Dalgalı tabaka genel olarak poliester ve rayon içeren pek çok sayıda liften oluşan odun hamuru kuru formda kumaşlardan, termalbond veya through-air bonded kumaşlardan ve hidrofil liflerden oluşur. Bu tabakanın görevi üst tabakadan sıvıyı absorblamak ve kapilar etki ile hızlı bir şekilde dağıtmaktır. Bu materyal sıvı absorban tarafından absorblanana kadar onu tutar. Absorban merkezde süper absorban polimer (SAP) ve kağıt hamuru bulunur. SAP miktarının artması bezin incelenmesine neden olur. Ancak kağıt hamurunun sıvıyı dağıtan kapilar etkisi nedeniyle tercih edilir (Cusick, 1990).

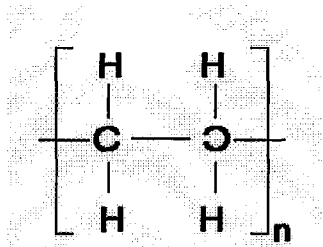
3. Alt Taban.

PE tabakadan oluşmuştur ve sıvıyı alta geçirmemesi bakımından oldukça önem taşır.

B) NONWOVEN TEKNOLOJİSİ

1. Polipropilen Liflerinin Özellikleri.

Polipropilen lifinin açık formülü:



Şekil-2 Polipropilen

Polipropilen liflerinin genel özellikleri tablo halinde verilmiştir.

Tablo 1 Polipropilen Liflerinin Genel Özellikleri

ORTALAMA MOLEKÜL AĞIRLIĞI	g/mol	40.000
ERİME SICAKLIĞI (T _m)	°C	168
CAMLAŞMA NOKTASI	°C	-10-18
ISIL ÖZİLETKENLİĞİ	W/m*K	0.12
DİELEKTRİK SABİTİ	Hz	60 (23 °C)
GERME KUVVETİ	j/m	21-53
LİMİTING OXYGEN INDEX (LOI)	....	0.175-0.18
SPEŞİFİK ISISI	j/kg*K	1789
GERME MODÜLÜ	MPa	1150-1550
GERME KUVVETİ	MPa	30-40
LİNEER GENLEŞME KATSAYISI	M/m/K	81-100*10 ⁻⁶
ODA SICAKLIĞINDA İLETKENLİĞİ	S*cm ⁻¹	10 ⁻¹⁷

1. Nonwoven Teknolojisi İçin Lif Hazırlama Yöntemi.

Dokusuz yüzeylerin büyük bir kısmı kesikli liflerden yapılmaktadır. Bu anlamda doğal liflerin her çeşidinden, mineral liflerin ve kimyasal liflere kadar çok geniş bir paletten yararlanılmaktadır.

Balya şeklinde sevk edilen kesikli lifler için optimum lif hazırlama hatlarının projelendirilmesi gerekmektedir.

Mümkün olduğu kadar esnek bir hat içerisinde balya açıcılar, karıştırıcılar, besleyiciler ve tarak makinesi birbiri ile kombine edilmelidir. Örneğin az miktarda bağlayıcı lifleri homojen şekilde karıştırabilmek için özel flok karıştırma makinelerine ihtiyaç vardır.

Lif hazırlama hattının sonunda bir flok besleyici bulunur. Bu makinede onu takip eden krempel makinesine aerodinamik tülbent katlayıcı ile iğneleme veya ISIL yapıştırma düzeneği bulunur (Sekler, 2002).

2. Nonwoven Teknolojisi.

Nonwoven terimi insan hayatına son 50 yıldan beri girmiştir. Nonwoven terimi; insanlara gelişmiş, modern, hijyenik ürünler fikrini verir ancak bu ürünlerin klasik dokuma ürünlerden de farklı olduğunu düşündürür. Bu terim insanlara bu ürünleri özel tipleri hakkında bilgi vermemektedir.

Nonwoven dokular kağıttan, dokuma veya örme kumaşlardan farklı dokulardır. Bir anlamda kağıt ile dokuma kumaş arasında bir ürün olduğu söylenebilir.

Bugünlerde yaygın olarak Association of the Nonwovens Fabrics Industry (INDA) ve the European Disposables and Nonwoven Association (EDANA) tanımları kullanılır.

INDA Tanımı : Doku veya ipliğe dönüştürülemeyen ve çeşitli yöntemlerle birbirine bağlanmış doğal, sentetik lif veya filament bantlarıdır.

Bağlama için kullanılan metotlar:

- İlave bir yapıştırıcı ile
- Lifleri veya filamentleri ısı olarak başka bir eriyebilir lif veya partikül ile birleştirme
- Lifleri eriterek birleştirmek ve daha sonra yüzeyleri soğutmak
- Lifler arasında püskül veya fiziksel düğümler oluşturmak
- Zeminde lif veya filamentleri dikmek

EDANA Tanımı : İğneleme, ıslak işlem ile keçeleştirme veya lif veya filamentleri bağlayan iğneli tuft doku ile üretilen dokuma kumaş ile kağıt arasında bir doku olan ve yön verilerek veya rasgele oryante olmuş liflerin adhezyon, kohezyon, sürtünme ile bağlanması sonucu oluşan dokulardır.

Doğal veya sentetik lifler kesikli veya şapnel olarak kullanılabilir.

High performans tekstillerde nonwovenlar oldukça fazla kullanım alanı bulmuştur. Nonwovenların kullanım alanlarından bazıları jeotekstiller, inşaat sektöründe ısı ve ses izolasyon malzemesi olarak, hijyenik sağlık ürünleri ve otomotiv endüstrisinde kullanılır.

Nonwoven sektörü oldukça hızlı gelişen bir sektördür. Gelişmesinin bu kadar hızlı olmasının nedeni makul fiyatlar ile daha kısa sürede spesifik malzeme üretilebilmesidir.

Tablo 2. Farklı Tekstil Teknolojilerinin Relatif Üretim Hızları

Teknoloji	Üretim Hızları
Dokuma	1-6
Örme	3-16
Nonwoven- Doku Oluşumu	
- Taraklama	120-400
- Spunbond	200-2000
- Islak işlem	2300
Nonwoven-Bağlama	
- Dikiş ile bağlama	40
- İğneleme	30-500
- Kalandırlama	2000
- Sıcak hava ile bağlama	5000

Kannadagılı, 2002.

Bu teknolojiye her tip lif kullanılmasına karşın 3 tip lif daha baskın olarak kullanılmaktadır. Bunlar poliolefin, poliester ve rayondur.

Poliolefin lifleri genel olarak paketleme endüstrisinde kullanılmaktadır.

Nonwoven'ın toplam üretimi gün geçtikçe artmaktadır.

Tablo 3. Nonwoven Üretimindeki Artış

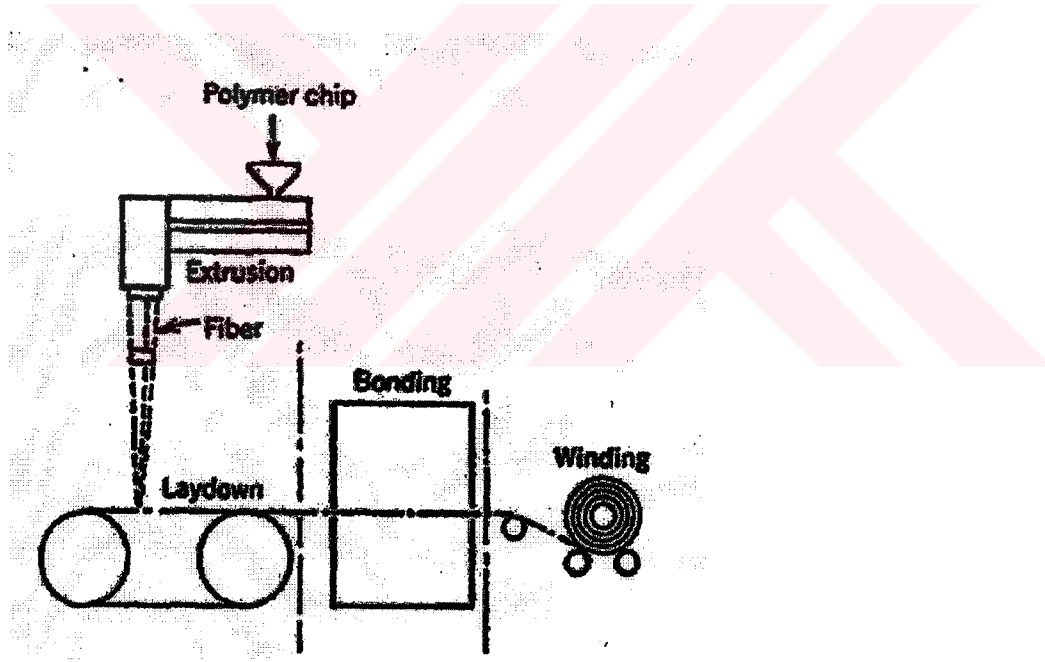
Ülke	*1000 ton (1993 yılı)	*1000 ton (1998 yılı)	Büyüme (yılıda %)
Kuzey Amerika	910	1160	5
Batı Avrupa	540	755	7
Japonya	215	300	7
Asya	115	230	15
Güney Amerika	70	140	15
Diğerleri	150	220	8
TOPLAM	2000	2805	7

Kannadagılı, 2002.

3. Spunbond Teknolojisi.

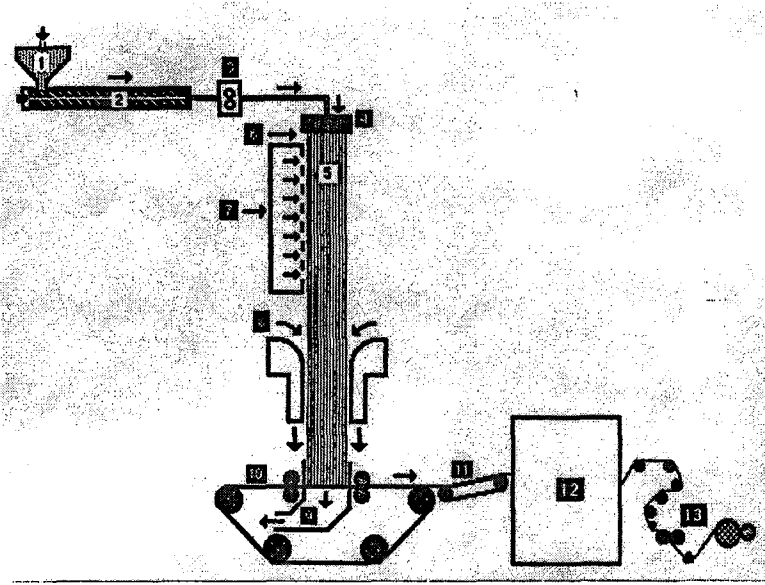
Lifler elektrostatik yükler veya hava jetleri tarafından doku tabakaları oluşumu sırasında ayrılırlar. Toplama yüzeyi kontrolsüz yerleşimi ve hava zararlarını engellemek için deliklidir. Dokuların bağlanması sıcak iğneler ile, sıcak silindirler ile veya polimerlerin belli bölgelerini eriterek sağlanır. Bağlanma noktalarında molekül oryantasyonu artar, bu nedenle yüksek oranda çekilmemiş lifler ISIL bağlanma lifleri olarak kullanılabilir. PE veya PE-PP kopolimerleri düşük erime sıcaklıklarında bağlanmalarında kullanılır. Bu yöntemde lif oluşumu doku oluşumu işlemi ile birleştirildiğinde şapneliflerden nonwoven dokular daha ekonomik bir üretim yöntemi haline gelmektedir.

Bu yöntemde yüksek molekül ağırlığına sahip PP, PET, PA kullanılır. Eriyikten lif oluşumu için kullanılan orta erime viskoziteli polimerler kullanılır.



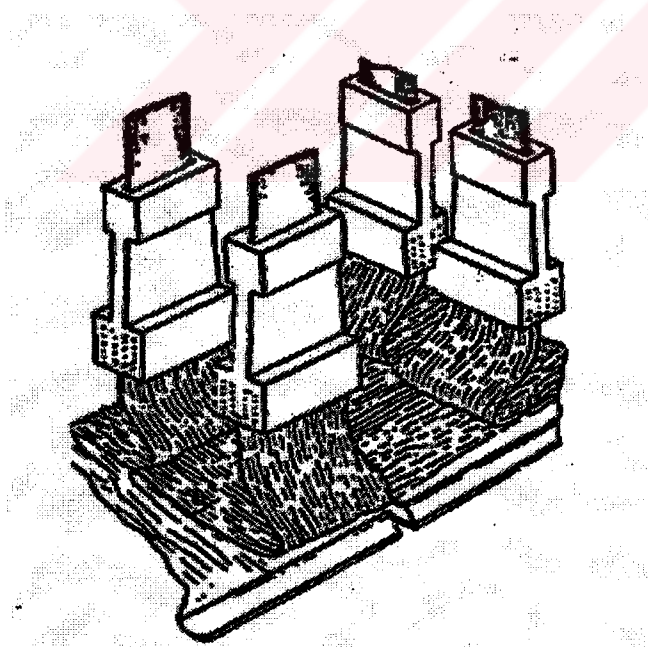
Şekil-3 Spunbond İşlemi

Huang, 2002.



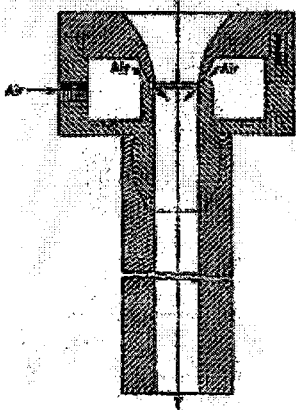
Şekil-4 Filamentlerin Ayrılması

Huang, 2002.



Şekil-5 Çapraz Yönde İşlem Yönünde Doku Üretimi

Huang, 2002.



iplik

Şekil-6 Spunbond İşlemi İçin Pnömatik Jet

Huang, 2002.

Bu yöntemde en çok isotaktik polipropilen lifleri kullanılmaktadır. İso-taktik polipropilen en yüksek verimi verir ve düşük yoğunluğu nedeniyle en uygun maliyeti getirir. İlk polipropilen spunbond kumaş 1960 yıllarında üretildi. 2. kalite ve 1. kalite polimer kullanılarak maliyet azaltılabilir.

Bu teknolojide bağlama işlemi liflerin eğrilmesi sırasında olabileceği gibi ayrı bir işlem olarak da uygulanabilir. Eğer aynı doku üzerinde birkaç bağlama yöntemi kullanılırsa doku daha esnek olarak görülür.

3200 m/dk hızda tekstil lifinde oryantasyon meydana gelebilir. Böylece kısmen oryante olmuş lif elde edilir. Spunbond teknolojisinde pinömatik olarak filament kabloları 6000 m/dk hızla çekilerek oryante olması sağlanabilir. Bu hız oranlarında elde edilen dokular oldukça düşük ağırlıktadır (17 g/m^2). Bu şekilde ürün miktarı oldukça artar.

Kısmen oryantasyon mukavemeti artırırken, uzayabilme yeteneğini azaltır. Bu şekilde üretilen kumaşlarda bebek bezlerin coverstock tabakası için oldukça uygundur.

Bu dokuları bağlamak için mekanik iğneleme, ısıl bağlama ve kimyasal bağlama işlemleri kullanılabilir. Şapel lifler için kullanılan bağlama yöntemleri filamentleri bağlamak için de kullanılabilir.

a) Spunbond Kumaşların Özellikleri

Spunbond kumaşlar çok ağır ve sert yapılardan hafif ve esnek yapıya kadar değişen ürün karakteristiklerinin geniş bir oranını temsil eder.

- Genel olarak doku bir bölgede yüksek opaklığa sahiptir.
- Birçok spunbond doku tabakalı veya alagarsa kesilmiş yapıdadır. Tabaka sayısı ağırlığın artışı ile artar.
- Kumaş ağırlıkları 5-800 g/m² arasında değişir. Tipik olarak 10-200 g/m²'dir.
- Lif çapı 1-50 µm arasında değişir. Genel olarak tercih edilen 15-35 µm'dir.
- Doku kalınlığı 0,1-4 mm arasında değişir. Genel olarak 0,2-1,5 mm arasında seçilir.
- Örme, dokuma ve diğer nonwoven dokular ile karşılaştırıldığı zaman aynı ağırlıkta yüksek dayanım gösterirler.
- Dokuları bağlayan bölgelerde yüksek yırtılma dayanımına sahiptirler.
- Liflerin rasgele yerleşmesi nedeniyle planar isotropik özellik gösterirler.
- İyi yıpranma, yüksek dayanma özelliğine sahiptirler.
- Oldukça fazla boşluk içermesi nedeni ile yüksek su tutma kapasitesine sahiptirler.
- Yüksek kayma direnci ve düşük kıvrılabilirlik özelliklerine sahiptirler.

Spunbond kumaşlar germe, yırtılma ve patlama kuvveti, kopma uzaması, ağırlık, incelik, gözeneklilik, ısı ve kimyasallara dayanımı ile karakterize edilebilirler. Bu özellikler kumaş bileşimini ve yapısını yansıtır.

Nonwoven kumaşların test prosedürleri klasik kumaş test prosedürlerinden farklıdır.

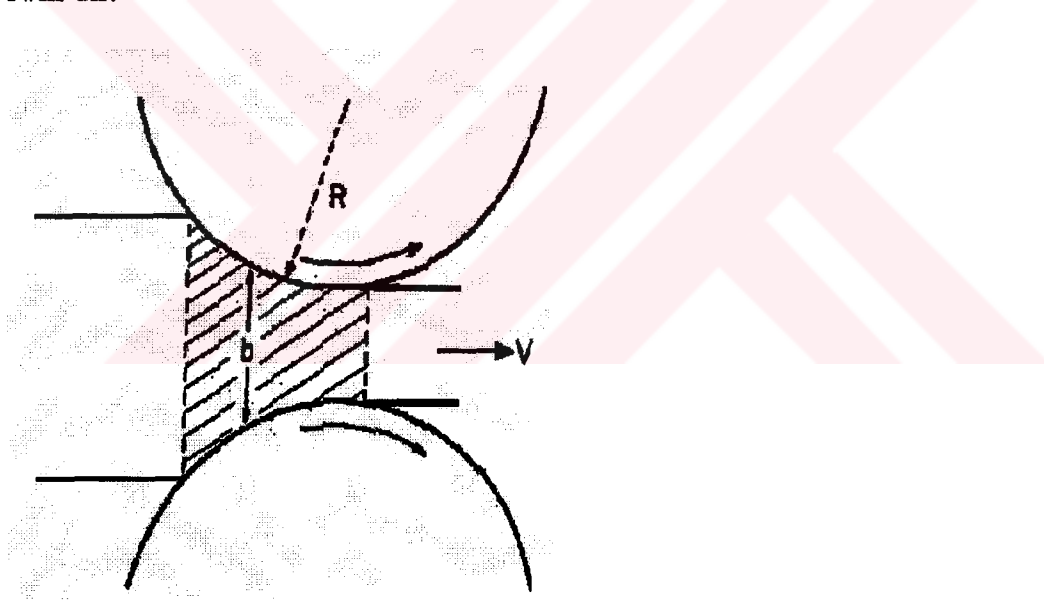
Bebek bezi ve yaşlı bezleri için coverstock olarak spunbond dokunun kullanımı son 15-20 yıldan beri artmıştır. Kullanımının artmasının sebebi kullanıcının cildinin konforlu ve kuru kalmasına yardım eden spunbondun tek yapısı nedeniyle. Buna ilave olarak spunbond kumaş üretimi diğer nonwoven tekniklerine göre daha ucuzdur. Coverstock olarak spunbond kumaşların tamponda kullanımı sınırlıdır ve medikal gereçlerde kullanımı oldukça fazladır (Huang, 2002; Jeon, 2001; Kiekens ve Zamfir, 2002).

4. Termal Bağlanma.

Termal bağlanma için kullanılan birçok yöntem olmasına karşın, basit olduğu için genellikle sıcak silindirler ile doku oluşturma kullanılır. İşlem sırasında silindirlerin ikisi de ısıtılarak veya birisi ısıtılarak kumaş oluşumu sağlanmaktadır. Düşük

yoğunlukta kumaşlar elde edilir. Kumaşlar sıcak silindirler arasından geçerken lifler ısınır ve sıkıştırılır. Bağlanma koşulları optimum özellikleri elde etmek için önceden belirlenir. Lifler silindirler arasından geçerken kısmen erir ve bağlanma işlemi meydana gelir. Elde edilen polipropilen nonwoven kumaşın dayanımının düzenli (yönlenmiş) yerleşim nedeniyle ortalama lif mukavemetinin 3/8 katından daha fazla olması gerekmektedir. Ancak lif ve nonwoven kumaşların mekanik testleri kumaşların teorik olarak tahmin edilenden daha zayıf olduğunu göstermiştir.

Bağlanma işleminin gerçekleştiği bölgeler bağlanma olmamış bölgelere göre ısı olarak daha stabildir. Bağ kalınlığı spunbond lif çapının iki katından daha azdır. Bağlanma noktalarında lifler bir miktar plastik deformasyona uğrar. Optik mikroskopta bağlanma bölgeleri translucent (opak görünür). Aynı kalınlığa sahip liflerden geçen ışık miktarı daha fazladır. Polipropilen lifleri için bağlanma ısısının 150-170 °C olması istenir. Kullanılan hız genellikle 100-300 m/dk'dır. Silindir baskı kuvveti yaklaşık 10^4 N/m'dir.



Şekil-7 Termal Bağlanma Silindirleri

Warner, 1989.

Polipropilen lifleri tek bir sıcaklıkta erimezler belli bir sıcaklık aralığında erirler. Polipropilen lifleri bağlanma işlemi sırasında kristalin olarak kalırlar (Wei, 1985; Warner, 1989).

Düşük bağlanma sıcaklıklarında bağlanma olmaz bu nedenle kumaş zayıftır. Bağlanma sıcaklığı arttıkça lif mukavemeti azalırken daha dayanıklı bağlar oluşur. Yüksek sıcaklıklarda lif dayanımı azaldığı için kumaş dayanımı da azalır. Bu nedenle maksimum dayanım optimum bağlanma koşulları ile sağlanır (Dharmadhikary, 1999; Wang, 2001; Kim, 2001).

C) EMİCİ TABAKANIN ELDESİ

Odun iki ana tabakadan oluşur. Birincisi karbonhidrat yapısıdır, bu yapı selülozdan oluşur ve hemiselüloz olarak da adlandırılır. İkinci kısım ise daha amorf yapıda olan lignin olarak adlandırılan kısımdır. Odundan elde edilen liflerin uzunluğu ve inceliği sentetik lifler ile karşılaştırıldığı zaman çok dar bir aralıktadır.

Tablo 4 Wood Pulp ve Sentetik Liflerin Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması

ÖZELLİK	WOOD PULP	SENTETİK LİF
Ortalama Uzunluk(mm)	1-3	6-100
İncelik (dtex)	10-35	1-30
Şekil	Kurdela, tatlı kıvrımlı	Daire, delikli
Kimyasal Yapısı	Selüloz	PET, PP, PE, nylon, akrilik, selüloz
Ticari Nem(%)	7-9	Selüloz esaslı: 4-12 Sentetik esaslı: 0.1-8

Abitz, 2001.

İşlenmiş fluff pulp, pulp makinesinin üretim bölgesine yeniden bağlama yapısı ilave edilerek elde edilir. Bunun sonucu olarak daha yumuşak bir pulp tabakası elde edilir (Abitz, 2001; Brown, 2001).

Bebek bezinde olan emiciliğin bebek oturduğu veya yattığı zaman uygulanan yük ile yakın ilişkisi bulunmakla birlikte cinsiyet ile herhangi bir ilgisi bulunmamaktadır (Hanson, 2001).

Odun talaşı için gerekli olan özellikler kağıt hamuru için gerekli olan özelliklerden oldukça farklıdır. Bu dolgu maddesinin özellikleri kullanılan ağacın tipine, kağıt

hamuru oluşturma metoduna ve uygulanan kimyasal ve fiziksel işlemlere bağlıdır.

Bu tabaka için hammadde ağaçtır ve ağaçlar sert odunlu ve yumuşak odunlu olmak üzere 2 şekilde sınıflandırılabilir. 1955 yılına kadar sert odunlu ağaçlar kağıt endüstrisi için kullanılmıyordu. Odunu kimyasal yolla veya mekanik yollarla hamur haline getirilip dolgu malzemesi elde edilir. Lifler selüloz ve hemiselülozdan meydana gelmiştir ve içeriğinde lignin ve reçine de mevcuttur. Mekanik olarak hamur elde etme de ligninin %90'ı tutulduğu için yüksek verimli yöntem olarak bilinir. Kimyasal yöntemde selüloz ve hemiselülozun bir kısmı kaybedildiği için verim %40-60 civarındadır. Kimyasal yöntem çok pahalı olduğu için genel de odun talaşında bu iki yöntem kombine edilerek kullanılır. Bu şekilde elde edilmesi gereken kalite çok fazla ürün kaybı olmadan sağlanır.

1.Mekanik Olarak Odun Talaşı Elde Etme.

İlk olarak 1840'lı yıllarda değirmen taşı ile yumuşak odun kütükleri parçalanarak odun talaşı hazırlanmıştır. Daha sonraları buhar basıncı ile üretime geçilmiştir. Eğer sert odunlar öğütülürse lifler çok fazla kırılır. Burada basınç ile elde edilen lifler daha uzundur.

2. Kimyasal Olarak Odun Talaşı Elde Etme.

Bu şekilde üretim için ilk olarak 1854 yılında soda işlemi kullanılmıştır. Bu yöntemin günümüzde kullanımı oldukça azalmıştır. 1867 yıllarında ticari bir değeri olan ve hala kullanılan sülfite yöntemi kullanılmıştır. 1884 yıllarında ise kraft yöntemi olarak da bilinen sülfat yöntemi görülmeye başladı. Bu metotta lignin çoğu, selüloz ve hemiselülozun bir kısmı uzaklaştırılır. Sülfite yönteminde reçine uzaklaşmadığı için bebek bezlerinde wood pulp olarak kullanılmaz.

Tablo 5. Sülfite Ve Kraft (Sülfat) Yönteminin Karşılaştırılması

Sülfite İşlemi	Kraft İşlemi
Asit	Bazik
Yüksek Verim	Düşük Verim
Kolay Beyazlatma	Beyazlatma Zor
Kimyasal Zor Geri Alma	Kimyasal Kolay Geri Alma
Geri Dönüşüm Yapma	Baskın
Reçine Uzaklaşmaz	Reçine Uzaklaşır
Hemiselüloz Kalır	Ağaç kabuğu Parçalanır

Cusick, 1990

3. Beyazlatma.

Beyazlatma işleminin gelişmesi korozyona dayanıklı kapların ortaya çıkmasıyla başlamıştır. 18. yy sonunda kalsiyumhipoklorit ağartma için kullanılmaya başladı ve 1930 yılına kadar bu işlem için kullanılan tek madde olarak kaldı. 1940 yılında peroksit ağartma yapılmaya başlandı. 1946 yılında klorindioksit ve oksijen 1970'li yıllarda bu sektörde kullanılmaya başlandı. Klorin (kalsiyumhipoklorit yöntemi) lignini uzaklaştırır ancak reçineye herhangi bir etkisi yoktur. Peroksit lignini deklorize eder bu nedenle yüksek verimli olarak bilinen mekanik metot ile birlikte kullanılır. Oksijen selülozun parçalanmasına yol açar ve klor ile beyazlatmadan önce bir ön işlem olarak kullanılır. Klorindioksit lignini parçalar ancak selüloz veya hemiselüloza herhangi bir etkisi yoktur. Kraft metodu için önerilen beyazlatma yöntemi ise klorin, klorindioksit ve hipokloritin bir kombinasyonudur. Mekanik yöntem için uygun olan beyazlatma yöntemi ise peroksit ve daha sonra da ditionattır.

4. Tekrar Bağlama, Kurutma Ve Tüyleerin Kabartılması.

Ağartmadan sonra lifler ıslak bir tabaka halindedir. Bu tabakadan suyun bir kısmı baskı silindirleri ile uzaklaştırılmıştır. Bu aşamada lifler arasında hidrojen bağları oluşma eğilimindedir. Hidrojen bağ yapısını engellemek için tabakaya daha önceden bir katyonik bağlanma maddesi ilave edilir. Bu ilave ile kolayca kabartılmış bir ürün ortaya

çıkar. Kullanılan bu bağlayıcının ıslanabilirliği düşürmesi gibi bir dezavantajı da vardır. Bu maddenin cilde uyumu da kontrol edilmelidir. Mekanik yolla elde edilen hamur için bu bağlayıcıya ihtiyaç yoktur. Kaplara sevk edilmeden önce lifler %3-7 nem içeriğine kadar kurutulur. Tabakanın yoğunluğu $0,5-0,6 \text{ g/cm}^3$ ve birim kütlesi yaklaşık $400-800 \text{ g/m}^2$ 'dir. Kabartma işlemi bez üretim makinesinde uygulanan ilk işlemdir.

5. Lif Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Ve Üretim Metodunun Etkisi.

Emiciliği etkileyen faktörler, lif uzunluğu, çapı, duvar kalınlığı, modül, şekil, ağacın türü, üretim metodu, beyazlatma metodu ve kabartma metodudur.

Eğer sert odun ve yumuşak odun karşılaştırılırsa yumuşak odun liflerinin daha uzun, daha ince ve daha fazla lignin içerdiği görülür. Buda bu dokunun emiciliğini etkilemektedir.

Mekanik metot kullanılarak doku elde edildiği zaman kimyasal metot ile elde edilen liflere nazaran daha kısa lifler elde edildiği görülmüştür. Bazı kabartma metotları da ortalama lif uzunluğunu kısaltır (Cusick, 1990).

Tüm bez maliyeti düşütüldüğü zaman fluff pulp'ın maliyeti yaklaşık %10'u kadardır. Süper absorbanların maliyeti ise yaklaşık %30 civarındadır. Bacak bariyerleri %10'unu, spunbond üst yüzey %6'sını, nefes alabilir tabaka maliyeti %23'ini kapsamaktadır.

Fluff pulp tabakasının emicilik özellikleri polihidroksi kimyasal yapısından meydana gelmektedir. Polimerdeki hidroksil grupları molekülü hidrofil bir yapı kazandırmaktadır. Polipropilen liflerinin kimyasal yapıları ile karşılaştırıldığı zaman doğal olarak polipropilen liflerinin hidrofobik karakterli olduğu anlaşılmaktadır. Bu karakteri değiştirmek için sürfaktanslar ile muamele edilmeleri gerekir.

Selüloz makro molekülü su ile bir araya geldiği zaman selülozun yapısı değişikliğe uğrar. Kuru durumda selüloz makro molekülü katı ve serttir. Sulu ortamda hidrojen bağları çapraz bağlanmaya neden olur. Su plastisizer olarak hareket ederek liflerin konforluluğunu ve esnekliğini artırır.

D) SÜPER ABSORBAN POLİMERLER

Kullanılan bu polimerler kendi ağırlıklarından oldukça fazla sıvı emebildikleri için süper absorban polimer olarak da isimlendirilirler. Ağırlıklarının 200-250 katına kadar sıvı absorblayabilirler. Su ile şişmiş hidrojelın büyüklüğü orijinal büyüklüğünden çok fazladır, ancak şekli değışmemiştir. Orijinal şeklinde kalır ve çözünmezler.

Hidrojelın esas yapıtaşı poliakrilattır, nişasta esaslı aşı kopolimerleri, selüloz esaslı aşı kopolimerleri, karboksimetilselüloz, polimaleik anhidriti ve çapraz bağı doğal yapışkanlardır. Poliakrilat esaslı süper absorbanlar en popüler olarak kullanılan polimerlerdir. Selüloz ve nişasta esaslı hidrojeller kimyasal zarara ve ısınmaya eğilimlidir, ama nişasta esaslı tipleri patates mısır madde kaynaklarının bolluğu nedeniyle ekonomik olarak üretildiğı zaman iyi bir piyasası vardır.

Hidrojeller tane, toz, ince tabaka, tabaka veya lif formunda üretilebilir. Küresel parçalar veya başka bir polimerin üzerine kaplama şeklinde özel formlarda da üretimleri mevcuttur. Süper absorban maddelerde büyüklük ve şekilde oldukça önemlidir. Çapı 30µm altında olan polimerler endüstriyel olarak herhangi bir zarar teşkil etmezler. Çapı 4 mm üzerine çıktığı zaman kullanılan malzeme içerisinde bu tanecikler kumlu efekti verirler. Büyüklük ve şekil emicilik oranını tutum kolaylığını ve ölçmeyi de etkiler.

1. Hidrojellerin Üretimi.

a) Poliakrilatların Üretimi

Poliakrilatlar, belli ilaveler ile akrilik monomerlerin sulu çözeltisi polimerize edilerek elde edilir. Sonuç olarak elde edilen polimer çözülebilirdir, ancak polimeri çözünmez hale getirmek için ya işlem sırasında yada daha sonra çapraz bağlanması sağlanır. Kalıntı monomerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Meydana gelen viskoz jel kurutulur ve istenilen forma getirilir. Kurutma sırasında enerji tüketimi olduğu için çok konsantre monomer çözeltisi (%80) kullanılmayarak bu enerjiden tasarruf edilebilir. Monomer çözeltisi içinde bulunan su ise polimerizasyon ısısı ile uzaklaşabilir.

b) Karboksimetil Selülozların Üretimi

CMC selülozdan elde edilir. Elde edilen ürünü çözünmez yapmak için daha ileri bir

işlem yapmak gerekir. Çapraz bağlanma, asit ile veya ısı ile işlem yapılabilir. Kurutulmuş ürün boynuzlaşma eğilimindedir ve parçalanması zordur.

c) Selüloz Ve Nişasta Esaslı Aşı Kopolimerlerinin Üretimi

Bu ürünlerde esas yapı, yan zincir olarak eklenmiş sentetik polimer ve esas zincir doğal polimerdir. Esas zincir yapısı için hammadde selüloz (odundan, pamuktan veya viskondan elde edilen), nişasta (buğday, pirinç, patates veya mısırdan elde edilen) veya undur. Yan zincir olarak kullanılacak polimer ise sodyum poliakrilat veya sodyum metakrilattır. Çözünmez hale getirmek için çapraz bağlanma yapılması gerekir. Bazen aşı-nişasta akrilonitril üretiminde olduğu gibi çapraz bağlanma kendiliğinden olabilir. Zincir yapısında az kristalin bölge oluşturularak emicilik artırılabilir. Materyal kaynağı nişasta esaslı hidrojellerin özelliklerini etkiler. Örnek olarak sorgum vaksı oldukça yüksek emiciliğe sahip olmasına karşın yumuşak bir jeldir. Mısır vaksı daha az emici olan daha sert bir jel olarak karşımıza çıkmaktadır.

Jel kuruduğu zaman hidrojel yeniden suda şiştiği zaman onları yapışkan tutan makro partikül içinde toplanır.

Lifli alaşımlar, sodyum karboksimetil selüloz veya sodyumakrilat gibi bir polimer içeren banyo içinde viskoz eğirme ile oluşturulabilirler. Lifleri taranabilir formda kurutmak çok zordur ve %100 hidrojel formu kadar emici değildir.

2. Hidrojellerin Performansı ve Özellikleri.

Jeller için ölçülebilir performans parametreleri emicilik kapasitesi, basınç altında sıvı tutabilmesi, jel kuvveti, emicilik oranı, elektrolite duyarlılık ve ıslanabilirlik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu parametreleri etkileyen en önemli faktör ise çapraz bağlanma derecesidir. Yüksek çapraz bağlanma derecesi oldukça fazla emicilik oranı ancak düşük emicilik kapasitesi verir. İstenen bu iki özellik arasında zıt bir ilişki vardır bu nedenle ikisi arasında bir optimum değer tutturulması gerekmektedir.

3. Ticari Ürünlerde Hidrojellerin Kullanımı.

1970'li yıllarda hidrojenlerin toksik şok sendromuna sebep olduğu düşünüldüğü için hidrojenlerin kullanımının azalmıştır. 1985'de ise bu etkinin hidrojenlerden kaynaklanmadığı anlaşıldıktan sonra kullanımı tekrar arttı.

Polimer yüzeyi yeterli olarak ıslanabilir olmadığı için sıvı ilerleyemez. Bu nedenle diğer bileşenler sıvının geçişini ilerletmek için gereklidir. Bir sürfaktan yüzey karakterlerini değiştirmede kullanılır veya ilerleme matrisini çalıştırır.

Jel içinde emicilik yavaştır, çünkü difüzyon ana mekanizmadır. İlk olarak jelin bir tabakası partikül etrafında oluşur. Merkezin ıslanması bu şekilde nerede ise sıfıra düşürülür. Jeller esnek yapıdadır eğer partiküller şiştiği zaman birbirine değerse kılcallığı sağlayacak delikler kaybolur. Şişmiş partiküller birbirine değerse bile etkili kılcallık azalabilir. Bu olay jel blok etme olarak bilinir ve yeterli uzaklıkta tanecikler yerleştirilerek ve uygun bir matris içinde dağıtılarak jel bloklaşması önlenir. Ayrıca daha fazla üre alabilmesi için jellerin sıvıyı tutması da sağlanmalıdır.

Jelin büyümesi için belli bir bölgeye ihtiyacı vardır. Ancak bu şekilde her partikül potansiyelini başarabilir. Dolgu malzemesi bu şekilde elastik matris hacmini vermek için gereklidir.

Jel bloklaşmasını önlemek ve banyoda partiküllerin karışmasını sağlayan birçok yol vardır. Hidrojel taneleri iki kağıt mendil tabakası ile kaplanıp, bir pedin merkezinde baştan sona doğru materyal şerit formunda kullanılabilir. Tüpler ıslandığı zaman yapışkan olur, bu nedenle tüy/hidrojel sandwich yapısı az olarak nemlendirilir ve daha sonra uygun taneleri tutmak için baskı uygulanır.

4. Kullanılan Diğer Absorban Maddeler.

a) Eriyikten Çekilmiş Mikrofiber

Erimiş polimer ekstrude edilir ve daha sonra hava türbülansında çok ince lifler elde edilir. Lifler toplanır ve bir bant üzerinde kurutulur. Elde edilen materyal muhtemelen iyi bir absorbandır, çünkü küçük delik çapı yüksek kılcallık basıncı verir. Eğer temas açısını kosinüsü pozitif yani temas açısı 90^0 'den küçük ise topluluk için iyi emicilik söz konusudur. Polimerler bu işleme uygun hale getirilebilir. Bunun için polimerleri sürfaktan ile muamele edilmesi gerekmektedir. Mikrofiber olarak genel olarak PP lifleri

kullanılmasına karşın bunun yanında PA, PES, polikarbonat, PS, elastomer gibi lifleri de eriyikten çekmek mümkündür. PP lifleri zaten yüksek MFR sahiptir, ama diğer polimerler işlem ile uyumlu olmak için modifiye edilebilir. İşlem doku yapısı sırasında diğer materyallerin ilave edilmesine elverişli bir yapı sergiler.

b) Viskoz

Viskoz lifleri diğer lifler ile karşılaştırıldığı zaman çok daha yüksek su afinitesine sahiptir. Süper hava ile şişirilmiş viskoz ve standart viskoz muhtemel absorbanlardır. Süper hava ile şişirilmiş viskoz lifleri kıymetli ürünlerdir ancak yavaş kururlar. Bu nedenle dayanıklı ürünlerde kullanılmazlar ancak sıhhi ürünlerde kullanılabilirler. Viskoz ve PES liflerinin karışımı yaşlı bezlerinde kullanılır.

Tablo 6. Standart Santrifuj Kuvvetinde Su Tutma

Lif	Su tutma(%)
Viskon	95
Pamuk	50
Poliester	4
Polipropilen	5

Cusick, 1990.

c) Köpük ve Sünger

Literatürde bu maddeler mevcut olmasına karşın bu ürünlerin ticari olarak kullanımı pek yaygın değildir. Selüloz köpük tamamen emicidir ancak gliserin gibi bir madde ile muamele edilmediği sürece çok serttir ve kuruma işlemi sırasında bazı dezavantajlara sahiptir. Polivinilalkol köpükte de buna benzer bir eksiklik mevcuttur. Köpüklerin yapısında açık hücresi kapalı hücrelerinden çok daha fazla olmalıdır.

d) Yosun

Sphagnum yosun özellikle bebek bezleri için kullanılır ve özellikle amaca uygun

olan kendine has bazı özelliklere sahiptirler. Yapı, basınç altında iyi su tutma kapasitesini veren büyük ve kendi içinde labirent şeklinde olan deliklere sahiptir. Tüyün emicilik kapasitesinin iki katı kadar bir emicilik kapasitesine sahiptir. Yosunun bir dezavantajı koyu kahve rengidir, ancak beyazlatma işlemi yapmak mümkündür.

e) Çok Sıkı Bağlanmış Dokular

Bu dokular çok fazla delik alanına sahiptir ve kılcallık ile yeteri kadar absorbe etme yeteneğine sahip değildir. Ancak vücuttan gelen sıkıştırmaya direnerek sıvı için bir depo olarak hareket ederek, yumuşak ve konforlu kalırlar. Hızlı sıvı girişi ve yüksek kapasite avantajlarına sahiptirler. Örneğin bez yapımında tüy veya hidrojel kullanıldı ise yerçekimine karşı sıvının dışarı çıkışını önlemek için bezlere belirleyici bazı dizaynların uygulanması gerekmektedir. Bu yapıda taraklanmış lifler (PP, PET, nylon ve viskoz önerilen liflerdendir) çok sık doku oluşturur ve bağlanır. Daha sonra kat içinde kırıştırılır ve katları bu pozisyonda tutmak için tekrar bağlanır. Inch'de 3 veya 8 dalga olabilir. Sonuç olarak ½ veya 1 inch sıklıkta olur. Bir fitil tabakası, hidrojel veya her ikisi birden tabaka kırıştırılmadan önce eklenebilir. Hidrojel sıvı monomer formunda ilave edilebilir ve daha sonra çapraz bağlanır. Hidrojel ve termoplastik lif karışımı bir doku yapısının metodunu dizayn etti ve doku uzunlamasına yarılr ve gerilir. Bu şekilde aralıklar açılır. Doku stabilitesini sağlamak için ısı işlem uygulanır.

f) Atık Maddelerden Süper absorbanlar

Pancar hamuru ve meyve kabuğu büyük miktarda meyve suyu üreticileri ve şeker rafinerilerinde üretilir. Bu atıklar genel olarak sığır yemine dönüştürülür. Donma veya hızlı kuruma pektin içeriğinin hidrolizi ile bir absorbana dönüştürülürler. Alındığı zaman citrus artığı yapışkan bir maddedir. Ancak işlemden sonra gözenekli bir yapıdadır ve levha testinde (porous-plate test) tüyden daha emicidir. İşlem %15 pektin içeren materyaller için uygundur ancak kurutma kolay değildir (Cusick, 1990).

IV. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

A) TEMEL KAVRAMLAR VE TEORİLER

Önceki çalışmalara bir giriş yapmadan önce literatürde mevcut olan temel kavramlara ve teorilere değinilmesi uygun olacaktır.

Poisson Oranı : Yanal şekil değıştirmenin mutlak değerinin aksenal şekil değıştirmeye olan oranıdır (Popov, 1976)

Euclid Uzayı : Eksenleri düz çizgilerden oluşan koordinat sistemidir.

Reimman Uzayı : Eksenleri eğri çizgilerden oluşan koordinat sistemidir.

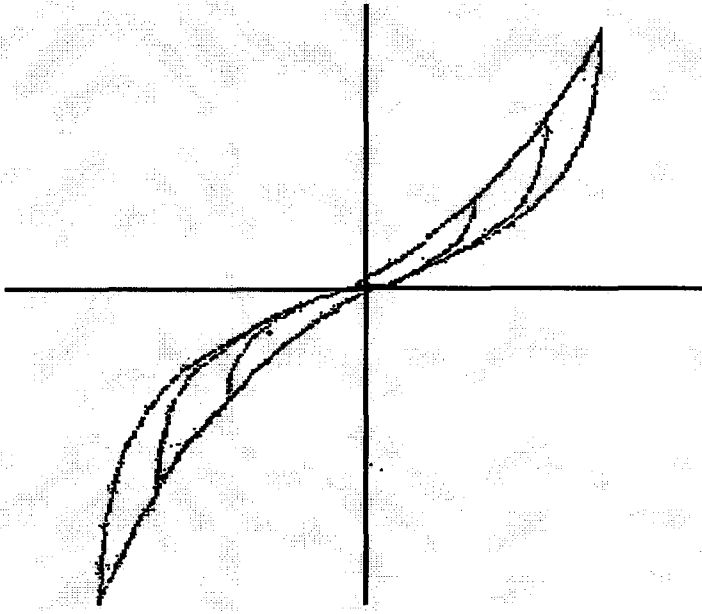
Histerisis : Cisim elastik olmayan bölgede periyodik olarak yüklendiği zaman her periyod için harcanan enerji miktarının, gerilme-şekil değıştirme diyagramında üst üste düşmeyen eğrisel parçalar arasında kalan alanı ifade eder. Bu şekilde elde edilen eğriye histerisis eğrisi denir (Popov, 1976). Histerisis, çoğunlukla geri dönüşümlü olan, uygulanan kuvvete ve kumaş içindeki sürtünme katsayılarına bağlı olan deformasyon şeklidir. Şekil-8' de histerisis eğrisi görülmektedir.

Enerji Metodu : Bu metot deformasyonun her aşamasında kullanılmaktadır. Her noktada oluşan değışiklik enerji değışimi ile açıklanmaya çalışılmaktadır. Deformasyon enerji yoğunluğunun elde edilmesi, belli bir deformasyon eğrisinin kabul edilmesi ve belli enerji metotlarının kullanılması ile sağlanmaktadır. Zamana bağlı geri dönüş eğrisinin davranışı ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Her hangi bir zamandaki geri dönüş eğrisi, her yöndeki ve her lifteki eğilme, dönme ve uzama elastik enerjilerinin bir dengesi ile belirlenebilir. Geri dönüş eğrisi sürtünme enerjileri nedeniyle biraz değışir (Postle ve Norton, 1988, 1991).

Nümerik Analiz : Sonlu elemen analizinin de içinde bulunduğu matematiksel analiz yöntemidir.

Yüklemenin Üç Kademesi : Yükleme olayı 3 kademeye ayrılabilir:

1. Elastik davranış bölgesi



Şekil-8 Histerisis Eğrileri

Popov, 1976.

2. Yapının bir kısmında elastik davranış devam ederken bir kısmında plastikleşmenin meydana geldiği viskoelastik bölge
3. Yük artmadığı halde plastik akmanın devam ettiği plastik bölge (Popov, 1976).

Elastik: Materyale kuvvet uygulanıp kuvvet ortadan kaldırıldığı zaman materyal eski halini tam olarak alabiliyorsa bu materyal elastiktir. Bu materyallerde gerilme sadece şekil değiştirmeden kaynaklanır. Bu tür davranış sergileyen tekstil materyali de elastik malzeme kategorisine girer. Lineer elastik ve lineer olmayan elastik davranışları söz konusudur (Popov, 1976). Lineer elastik için ilişki Denklem (1) şeklinde yazılabilir:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

veya diferansiyel olarak

$$d\sigma = E \cdot d\varepsilon$$

(1)

Burada ,

σ = Gerilme

E = Elastiklik modülü

ε = deformasyon (uzama oranı) = dL/L

olmaktadır.

Ayrıca,

$L = \text{İlk uzunluk}$

$A = \text{Alan}$

$P = A \text{ alanına etki eden kuvvet ise,}$

$d\sigma = dP/A$

olur. A alanı L ile poisson oranı ile ilişkili olduğu ve sabit hacim varsayımına göre, Denklem (2) gerçekleşir.

$$A \cdot L = A_i \cdot L_i \quad (2)$$

olur. Burada A_i ve L_i , P_i basıncındaki boyutlardır. Bu ifade Denklem (1)'de yerine konulursa P ile $1/L$ arasında lineer ilişki ortaya çıkar .

Viskoelastiklik : Eğer geri dönüş tam olarak olmuyorsa elastik olmayan bir davranış söz konusudur. Bu durumda ise gerilme, hem şekil değiştirmeye hem de onun zamana bağlı türevine bağlıdır (Popov, 1976). Viskoelastik materyaller sabit kuvvet altında sabit deformasyon göstermemektedir. Eğer materyal sabit deformasyona zorlanırsa, bu durumda tutmak için uygulanması gereken kuvvet azalmaktadır. Tekstil materyali için genel olarak denklem (3)'de gösterilen viskoelastik davranış söz konusudur (Olofsson, 1967; Morton ve Hearle, 1975).

$$\sigma = \eta \cdot (d\varepsilon/dt) \quad (3)$$

Burada,

$\eta = \text{Viskozite sabiti}$

$t = \text{Zaman}$

olarak belirtilmektedir.

Lineer Viskoelastiklik : Ardışık releksasyon deneylerinde, $\sigma(t) / \varepsilon_0 = E(t)$ releksasyon modülü hep aynı elde edilebiliyorsa, buna lineer viskoelastiklik denir (Popov, 1976). Eğer, uzama ve uzama hızı çok küçük ve zamana bağlı uzama-kuvvet ilişkileri lineer diferansiyel denklemler ve sabit katsayılar ile tanımlanabiliyorsa, materyal viskoelastik olarak tanımlanabilir (Nachane ve Sundaram, 1995).

Plastiklik : Kuvvet uygulaması ile kristal yapıda oluşan deformasyon olarak tanımlanabilir.

Krip : Sabit yük altında uzama artışının incelenmesi (Birkan, 1958)

Relaksasyon : Sabit uzamada yük azalışının incelenmesi (Birkan, 1958)

Elastikiyet Teorisi : Üç boyutu da aynı derecede önemli olan üç boyutlu cisimlerin deformasyonunu incelemekte kullanılır. Mekanik özelliklerin en basit şekilde ele alınması elastikiyet teorisi ile olur. Lineer elastiklik karmaşık olan tekstil materyalinin davranışının kolay anlaşılmasını sağlar. Bu teorideki isotropik varsayım yetersiz kaldığı için isotropik olmayan bir formülasyon geliştirilmiştir. Bu formülasyon, lineer olmayan elastikliği, viskoelastik modelleri ve hem zamana hem de geçmişe bağlı olan elastik olmayan davranışları tanımlamak için kullanılır (Lloyd, 1980).

Isı Akısı (Isı Geçirgenliği) : L(m) kalınlığında bir malzemenin birbirine paralel iki yüzeyinin sıcaklıkları arasındaki fark 1°C olduğunda, birim zamanda (1 saat), birim alanından (1 m^2) yüzeylere dik yönde geçen ısı miktarıdır. Isı geçirgenliği K ile gösterilir ve birimi $\text{kcal/m}^2\cdot\text{h}^{\circ}\text{C}$ veya $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ 'dir.

Homojen malzemeler için :

$$K = \frac{k}{L} \quad (4)$$

K : Isı Geçirgenliği

k : Isı İletim Katsayısı

Isı İletim Katsayısı : Homojen bir malzemenin ısı iletkenliği, dengeye ulaşmış şartlar altında, iki yüzey sıcaklıkları arasındaki fark 1°C olduğu zaman, birim zamanda (1 saat), birim alan (1 m^2) ve bu alana dik yöndeki birim kalınlıktan (m) geçen ısı miktarıdır.

Isı iletim katsayısı;

$$k = \frac{Q \cdot L}{A \cdot (T_1 - T_2)} \quad (5)$$

formülü ile elde edilir.

Q : Isı akısı (W), (kcal/h)

k : Isı iletim katsayısı (W/m*K)

A : Alan (m²)

$\Delta T = (T_1 - T_2)$: Sıcaklık farkı (K)

Birincil Tutum Değeri : Dokunun tutum değerlerini sayısal olarak ifade etmekte kullanılan ve bazı parametrelere bağımlı olan özelliklerdir. İlk olarak Kawabata tarafından ortaya atılmış olan terimlerdir. Bu değerlerde subjektif değerlendirmeler esas alınır. Subjektif değerlendirme için kullanılan insanların o konuda uzman veya o konu ile ilgisi olmayan kişilerden seçilmesi uygun görülmüştür. Birincil tutum değerleri Numeri (Düzgünlük), Koshi (Sertlik), Fukurami (Dolgunluk ve Yumuşaklık) olarak verilmiştir. Bu terimler ilk olarak kumaşlar için ortaya atılmıştır (Pan ve ark., 1988; Yokura ve Niwa, 2002; Yokura ve Niwa, 2000; Kim ve Slaten, 1999; Kawabata ve ark., 1994).

Koshi (Stiffness) : Koshi özelliği eğilme ile ifade edilebilir. Yaylanma özelliği bu tutum değerini daha belirgin hale getirir. Sıkı bir şekilde dokunmuş kumaşlar (yoğunluğu oldukça fazla olan kumaşlar) ile esnek ve elastik iplikler de bu özellik daha fazla algılanır (Kawabata ve ark., 1994; Pan ve ark., 1988).

Numeri (Smoothness) : Bu özellik, düz, yumuşak, bükülebilirlik özelliklerinin bir kombinasyonu olarak ortaya çıkar. Kaşmir liflerinden elde edilen dokuma kumaşlar bu özelliği oldukça iyi temsil ederler (Kawabata ve ark., 1994; Pan ve ark., 1988).

Fukurami (Fulness ve Softness) : Bu özellik zengin hacimli olma özelliklerinin bir kombinasyonudur. Kalınlık ve sıkıştırma da esneklik özelliği fukurami ile yakından ilişkilidir (Kawabata ve ark., 1994; Pan ve ark., 1988).

Temel Mekanik Özellikler : Kumaş veya dokunun tutum değerinin sayısal olarak ifadesinde kullanılmak üzere ölçülmesi gereken mekanik özellikler olarak tanımlanabilir. Bu mekanik özellikler kullanım sırasında dokunun maruz kaldığı

kuvvetlere karşı davranışını tespit etmekte de kullanılırlar. Örneğin bebek hareket ederken cilt ile bez arasında belli bir sürtünme oluşur. Sürtünme ile ilgili ölçümlerin yapılması bez ve cilt etkileşimini açıklama konusunda yardımcı olabilir.

Ölçülmesi gereken temel mekanik parametreler ve ölçüm koşulları tablo 7’de verilmiştir.

Daha önce verilen birincil tutum değerlerinin bazı mekanik özellikler ile ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Numeri özelliği, daha çok sürtünme katsayısının standart sapması (MMD) ve pürüzlülük (SMD) parametreleri ile tanımlanabilir. Yani bu parametrelerden oldukça fazla etkilenir. Koshi özelliği, eğilme rijitliği (B), ağırlık (W) ve kayma sertliğinden (G) etkilenir. Fukurami özelliği ise, sıkıştırma enerjisi (WC), sürtünme katsayısının standart sapması (MMD), kalınlık (T) ve sıkıştırma direnci (RC) parametrelerinden etkilenir (Pan ve ark., 1988).

Tablo 7. Mekanik Parametreler İçin Ölçüm Koşulları

Sembol	Kumaş İçin Ölçüm Koşulları	Nonwoven İçin Ölçüm Koşulları
LC	Maksimum Basınç: 5 kPa	Maksimum basınç: 1 kPa
WC	Plaka Alanı: 0,0025m ²	Plaka alanı: 0,0025m ²
RC	Sıkıştırma Hızı : 0,2 mm/s	Sıkıştırma hızı : 0,2 mm/s
MIU	0,5mm çapında 10mm	0,5mm çapında 10mm
MMD	uzunluğunda 10 çelik piano teli Temas Kuvveti: 0,5N	uzunluğunda 1 çelik piyano teli Temas kuvveti:0,5N
SMD	Temas Kuvveti : 0,1N	Temas kuvveti :0,1N
K	Temas Kuvveti : 0,5 kN/m ² Bölge : 0,05m ² $\Delta T: 10^{\circ}C$	Temas kuvveti :0,5 kN/m ² Bölge : 0,05m ² $\Delta T: 10^{\circ}C$

Yokura ve Niwa, 2000; Yokura ve Niwa, 2002; Niwa ve ark., 2001; Kawabata ve ark., 1994; Yokura ve Niwa, 1997.

Tablo 8. Mekanik Parametreler

Blok Mekanik Özellik	Sembol	Karakteristik Değerleri	Birimi
Germe	LT	Lineerlik	-
	WT	Germe Enerjisi	cN/cm
	TR	Direnç	%
Sıkıştırma	LC	Lineerlik	-
	WC	Sıkıştırma Enerjisi	cN/cm
	RC	Direnç	%
Yüzey Özellikleri	MIU	Sürtünme Katsayısı	-
	MMD	MIU Değerinin Std. Sapma	-
	SMD	Pürüzlülük	Mikron
Kayma	G	Kayma Sertliği	cN/cm *degree
	2HG	0,5 ⁰ 'de Histerisis	cN/cm
	2HG5	5 ⁰ 'de Histerisis	cN/cm
Eğilme	B	Eğilme Rijitliği	cN*cm
	2HB	Histerisis	cN*cm
Ağırlık	W	Birim Alan Ağırlığı	mg/cm ²
Kalınlık	T	Kalınlık	Mm

Pan ve ark., 1988; Yokura ve Niwa, 2002; Yokura ve Niwa, 2000 ; Kim ve Slaten, 1999; Kawabata ve ark., 1994.

Subjektif Değerlendirme : Bireylerin dokuya yada kumaşa dokunma suretiyle doku veya kumaş için yaptıkları değerlendirmelerdir.

Bireyler subjektif değerlendirmeyi çeşitli not verme sistemleri ile değerlendirebilirler. Sadece iyi, kötü ve orta gibi değerlendirme yapabilecekleri gibi rakamsal olarak da not verebilirler. Birincil tutum değerleri için yapılan değerlendirme

de 0 ile 10 arasında bir değer verilir. Nonwoven dokular ve bebek bezlerinin birincil tutum değerlerinin değerlendirilmesinde ise 1 ile 10 arasında bir değer verilerek değerlendirme yapılır.

Tablo 9. Birincil Tutum Değerlendirmesinde Puan Dağılımı

Tanım	Derece
Çok Güçlü His Alımı	10
Güçlü His Alımı	9
.	.
.	.
.	.
Orta	5
.	.
.	.
.	.
Oldukça zayıf His Alımı	2
His Yok	1

Nonwoven kumaşların ve bebek bezlerinin değerlendirilmesinde ise derece olarak en küçük değer 1'dir (Yokura ve Niwa, 2000(changes); Yokura ve Niwa, 2000; Yokura ve Niwa, 2002; Niwa ve ark., 2001; Kawabata ve ark., 1994; Yokura ve Niwa, 1997).

Toplam Tutum Değeri : Birincil tutum değerleri kullanılarak kumaş veya doku tutumu tek bir sayısal değer olarak ifade edilebilir. Bu değer, toplam tutum değeri olarak ifade edilir.

Subjektif olarak toplam tutum değeri verilebilir. Bu durumda kullanılan skala ise 1 ile 5 arasında değerleri bulunan bir skaladır. Birincil tutum değerlerinde olduğu gibi bireyler dokunarak, doku hakkındaki düşüncelerini sayısal bir değer ile ifade ederler.

Tablo 10. Toplam Tutum Değerlendirmesinde Puan Dağılımı

Derece	5	4	3	2	1
Tanım	Mükemmel	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü

Subjektif Değerlendirmelerin Sayısal Olarak İfade Edilmesi : Subjektif değerlendirmelerde bir kişi bir numune için birden fazla değerlendirme yapmaktadır. Bir numuneyi ise birden fazla kişi değerlendirmektedir. Bu değerlerin hepsini kullanmak yerine, bu değerlerden bir tek rakamsal değer elde edilmiştir. Bu amaçla kişilerin bir numuneye verdiği birden fazla değerın geometrik ortalaması alınmış ve o numuneye birden fazla kişinin verdiği değerın aritmetik ortalaması alınarak tek bir sayısal değere ulaşılmıştır (Çoban ve Cireli, 1991).

Subjektif Değerlendirme Sonuçlarının Karşılaştırılması : Her numune için elde edilen subjektif değerlendirmelerin karşılaştırılması için Fuzzy Kapsamlı Değerlendirme Tekniği kullanılmıştır. Bunun için bir R_s Fuzzy Dönüşüm Matrisi ve A_s Ağırlıklı Faktör Vektörü belirlenmiştir (Raheel ve Liu, 1999).

Ağırlıklı Faktör Vektörü : Öncelikle subjektif değerlendirmelerde her tutum değerinin sayısal değerleri bulunmuş ve bunların önem yüzdeleri ağırlıklı faktör vektörü olarak kullanılmıştır (Raheel ve Liu, 1999).

Fuzzy Dönüşüm Matrisi : Her tutum değeri için bireylerin verdiği notların yüzdeleri bulunmuş ve dönüşüm matrisi olarak kullanılmıştır (Raheel ve Liu, 1999).

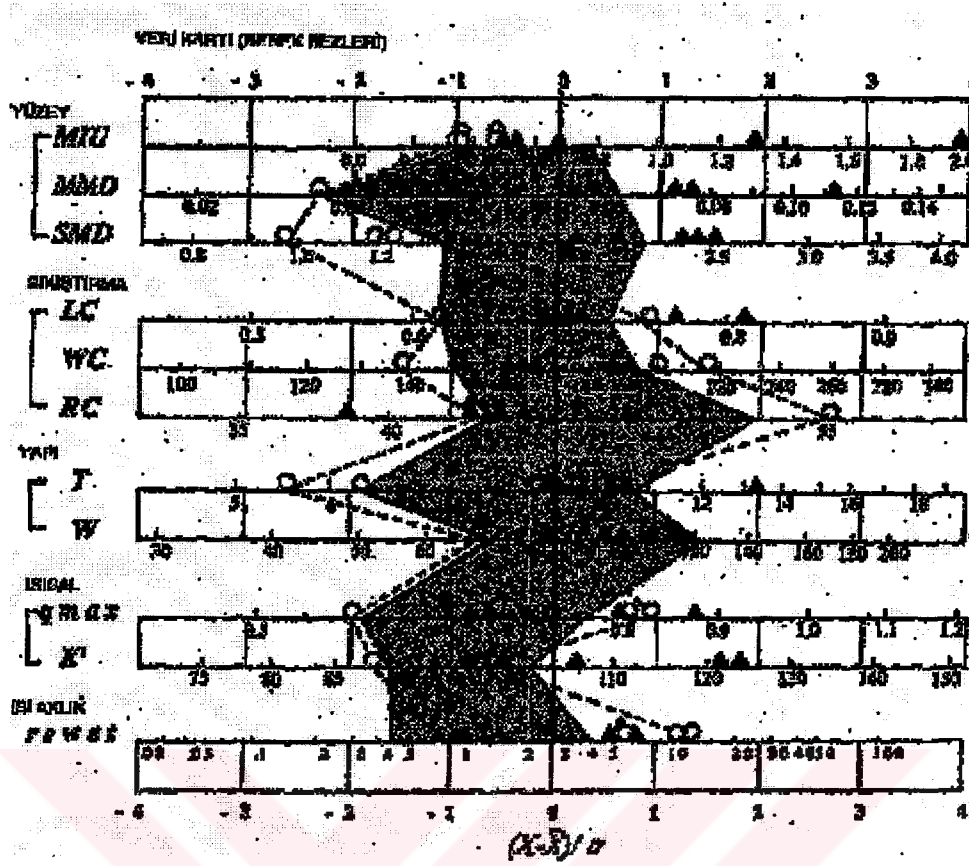
Subjektif değerlendirmelere regresyon analizi uygulanarak sabit katsayılar elde edilir (Yokura ve Niwa, 2000; Yokura ve Niwa, 2002; Niwa ve ark., 2001; Kawabata ve ark., 1994).

Veri Kartı : Subjektif değerlendirme sonuçlarından elde edilen kontrol kartıdır. Her parametre için 0 noktası $\frac{(X - \bar{X})}{\sigma}$ ile normallendikten sonra değerler kartta yerine konur.

Elde edilen kartta kabul edilebilir bölge belirtilir.

Kabul edilebilir bölge subjektif değerlendirmede en kötü olarak değerlendirilen ve en iyi olarak değerlendirilen numunelerin objektif ölçüm sonuçlarından elde edilir.

Şekil 9'da bir kontrol kartı örneği verilmiştir.



Şekil-9 Kontrol Kartı

Yokura ve Niwa, 2000.

Toplam Tutum Değeri Ve Birincil Tutum Değerlerinin Hesaplanması : Elde edilen bu subjektif değerlendirmeler ve ölçülen mekanik parametrelerden tek bir sayısal değere ulaşmak için Kawabata tarafından formüller geliştirilmiştir. Bu formüller ilk olarak kumaşlar için geliştirilmiş ve daha sonra bebek bezi ve nonwoven kumaşlar için kullanılmasının da uygun olacağı sonucunu ortaya çıkarmışlardır.

Birincil tutum değeri eldesinde kullanılan formül:

$$HV_i = C_{0i} + \sum_1^j C_{ij} \frac{X_j - M_j}{\sigma_j} \dots\dots KN101-W \quad (6)$$

HV_i : i. Birincil tutum değeri (i = 1,2,3)

C_{0i} , C_{ij} : Subjektif değerlendirmenin step-wise regresyon analizi ile elde edilen ve her bir birincil tutum değeri ve parametre için farklı olan sabit katsayılar

X_j : j. Parametre değeri veya logaritması

M_j : j. Parametre değeri veya logaritmasının ortalaması

σ_j : j. Parametre değeri veya logaritmasının standart sapması

Toplam tutum değeri eldesinde kullanılan formül:

$$THV = C_{00} + \sum_1^3 \left[C_{1i} \frac{HV_i - M_{1i}}{\sigma_{1i}} + C_{2i} \frac{HV_i^2 - M_{2i}}{\sigma_{2i}} \right] \dots \text{KN301-W} \quad (7)$$

C_{0i}, C_{1i}, C_{2i} : Subjektif değerlendirmenin step-wise regresyon analizi ile elde edilen ve her bir birincil tutum değeri için farklı olan sabit katsayılar

M_{1i} : Birincil tutum değerlerinin ortalaması ($i = 1,2,3$)

σ_{1i} : Birincil tutum değerlerinin standart sapma ($i = 1,2,3$)

M_{2i} : Birincil tutum değerlerinin karelerinin ortalaması ($i = 1,2,3$)

σ_{2i} : Birincil tutum değerlerinin karelerinin standart sapması ($i = 1,2,3$)

Fonksiyonel Performans : Materyalin kullanım ihtiyaçlarını elverişli kılan performanstır (Kawabata ve ark., 1994).

Tactile Performans : Kumaş tutumu ile ilgili olan performanstır (Kawabata ve ark., 1994).

Sürtünme Katsayısı : Sürtünme katsayısı bir kuvvetin yüke olan oranıdır.

Sürtünme Katsayısının Hesabı : Sürtünme katsayısı tek bir kuvvet olduğu zaman

$$\mu = \frac{F}{G} \quad (8)$$

denklemleri ile elde edilebilir.

Ancak bir mesafedeki ortalama sürtünme katsayısı bulunacak ise;

$$\mu = \frac{\bar{F}}{N} \quad (9)$$

denklemleri ile elde edilebilir.

Yük – Yer Değiştirme Grafiğinde Ortalama Kuvvet Hesabı :

Yük – Yer Değiştirme grafiğinde eğri altında kalan alandan faydalanılarak ortalama kuvvet elde edilir.

Kullanılacak alanın bulunması için;

$$A_{ESAS} = A_{TOM} - A_{STATIT} \quad (10)$$

denklem kullanılır.

Burada;

A_{ESAS} : Sürtünme kuvvetinin hesabında kullanılacak alan

A_{TOM} : Belirlenen bölgenin tüm alanı

A_{STATIT} : Belirlenen bölgedeki statik sürtünme kuvvetine kadar olan alan

Ortalama Kuvvet;

$$\bar{F} = \frac{A_{ESAS}}{L} \quad (11)$$

denklemini ile bulunur.

Burada;

L : Yer Değiştirme miktarıdır.

B) SIKIŞTIRMA İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Sıkıştırma davranışını açıklayabilmek için tüm çalışmalarda sıkıştırma histerisisi incelenmiştir. Histerisisin tanımlanabilmesi için, lif topluluğunda temas noktalarındaki hem kayma olan hem de kayma olmayan noktalar ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu amaçla Sıkıştırma Modülü ve Poisson Oranı türetilmiş ve bu değerlerin bu özellik için önemli olduğunu göstermişlerdir.

Ayrıca yeni bir iterativ algoritma lineer olmayan deformasyonu tespit etmek için elde edilmiştir.

Teorik çalışmalarda, lif topluluğunun sıkıştırılma miktarının direkt olarak topluluktaki bireysel liflerin eğilme miktarı ile belirlendiği ve lif topluluğunun direncinin sadece dışardan verilen kuvvet ile arttığı varsayımı kabul edilmiştir. Bu durumda liflerde eğilme enerjisi arttığı için sıkıştırmaya karşı direnç de artmaktadır.

Birim lif hücresine verilen dış kuvvet çeşitli temas noktalarında iç bölgeye geçirilir.

Teorik ve deneysel sıkıştırma eğrilerinin değerlendirilmesi ile; tahmin edilen deformasyonun gözlenen deformasyondan daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Tahmin

edilen ortalama modülün gözlenenden daha yüksek olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Teorik olarak elde edilen histerisisin genişliği deneysel olarak elde edilenden daha azdır. Bunun nedeni liflerin viskoelastik yapısıdır.

Sıkıştırma yükü arttıkça histerisisin geri dönüşünde kalıcı deformasyon ve histerisisin genişliği artar.

Sıkıştırma sırasında Poisson Oranının 0,5'den daha büyük olduğu belirlenmiştir (Carnaby ve Pan,1989; Dunlop, 1983).

0,2 MPa'a kadar lif topluluğunda sıkıştırma sırasında 2 farklı kısım gözlenmiştir. Birinci kısım lineerdir. Bu kısımda kütle deformasyonu yaylanmanın (elastikliğin) benzeridir. İkinci kısım lineer değildir. Bu kısımda temas bölgesi boyunca veya yerel bölgelerde lifler arasındaki mekanik sürtünme kuvvetleri ön plana çıkar. Üçüncü bir aşama da plastik deformasyon olan kısımdır. Lif topluluğunun sıkıştırma davranışı elastik-plastik katının ki ile aynıdır.

Sıkıştırma işleminde liflerin paketlenme uygulanan basınçta önemli bir faktördür (Virto ve Naik, 2002; Carnaby ve Pan, 1989; Dunlop, 1974).

Subjektif değerlendirmelerde sıkıştırmanın kumaşın dolgunluğunu, yumuşaklığını ve yüzey düzgünlüğünü değerlendirme sırasında etkili olduğu belirlenmiştir. Kolaylıkla sıkıştırılabilen kumaşlar yumuşak olarak değerlendirilirler. Bu kumaşlar düşük bir sıkıştırma modülüne veya fazla sıkıştırılabilirliğe sahiptir. Kumaşın sıkıştırılabilirliği; kumaşın geometrisi ile, sıkıştırılabilirliği ile, liflerin ve ipliklerin yüzey özellikleri ile ilgilidir. Sıkıştırma iplik materyalinden daha fazla yapısına bağlıdır (Dupuis ve ark., 1995)

Farklı kumaşların sıkıştırma parametrelerini değerlendirmek için Kawabata tarafından türetilen dört parametre kullanılır.

Bu dört parametre :

WC: Sıkıştırma işi (eğri altında kalan alan)

LC : Lineerliği

RC: Kumaş Direnci

EMC: Relatif Sıkıştırılabilirlik

olarak tanımlanmıştır.

$$WC = \int_{T_0}^{T_M} P dT \quad (12)$$

$$LC = \frac{WC}{0,5 * P_M (T_0 - T_M)} \quad (13)$$

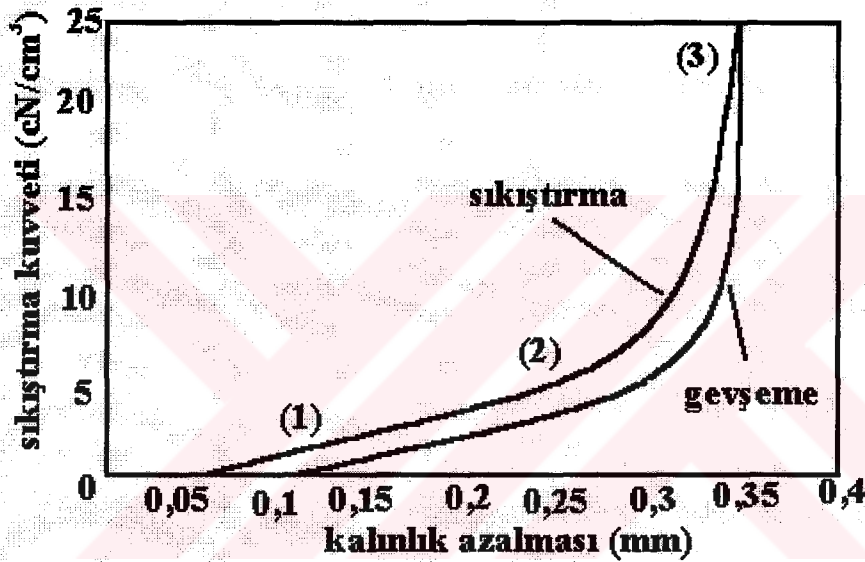
$$RC = \frac{WC'}{WC} \quad (14)$$

$$EMC = 1 - \left(\frac{T_M}{T_0} \right) \quad (15)$$

P: Uygulanan Basınç

T₀: Minimum Basıncıdaki Kalınlık

T_m: Maksimum Basıncıdaki Kalınlık



Şekil-10 Sıkıştırma-Gevşeme Grafiği

Taylor, 2002.

Şekil-10'da görüldüğü gibi üç bölüm söz konusudur. Bu bölümler uygulanan basınca göre ayırt edilebilir.

İlk bölümde sıkıştırma parçasının kumaşın üst yüzeyi ile temas ettiği düşük basıncın bulunduğu bölüm olduğu görülmektedir. İlk bölümde sıkıştırma karakteristiği elastik olarak görülür.

Basınç arttıkça lif içi ve iplik içi sürtünmeler aşılır, lif kaymaları meydana gelir ve doku içindeki hava boşlukları azalır. 2. bölümde doku kalınlığı lineer olmayan bir şekilde azalır.

Son bölümde basıncın artışı ile doku kalınlığındaki azalma çok az olur. 3. bölümde lifler oldukça iyi paketlenmiş durumdadır (Taylor ve Pollet, 2002; Ajayi,1992).

Sıkıştırma için pek çok teori olmasına karşın Van Wyk tarafından türetilen teori kullanılmaktadır (Komori ve Makishima, 1991).

$$P = K * E \frac{m^3}{\rho^3} \left[\frac{1}{V^3} - \frac{1}{V_0^3} \right] \quad (16)$$

V_0 : Sıfır Basıncıdaki Hacim

P : Basıncı

V : Hacim

E : Young Modülü

m : Lif Adedi

ρ : Yoğunluk

K : Lif Tipine Bağlı Katsayı

Formüle göre K ve E basınç olarak sıkıştırmayı etkiler.

$$W = - \int_0^P P dV = - \int_{V_0}^V \frac{a'}{(v - V')^3} dV \quad (17)$$

V' : Sıkıştırılmayan Hacim

V : Sıkıştırılmış Hacim (İhmal Edilebilir)

W : Enerji

P : Basıncı

V_0 'ın V ve V' den büyük olduğu kabul edilir.

$$a' = K * E * m^3 / \rho^3 \quad (18)$$

v : Hacim

$V_0 \gg V'$ olduğu için Denklem (17)

$$W \approx \frac{a'}{2} * \frac{1}{(V - V')^2} \quad (19)$$

Bu durumda Denklem (16)

$$P \approx a^* * \left[\frac{1}{(V - V')^3} \right] \quad (20)$$

Bu durumda iki eşitlik ve iki bilinmeyen mevcuttur. Bilinmeyenler V' ve a' olarak belirlenmiştir.

Bu durumda

$$V' = V - \frac{2W}{P} \quad \text{ve} \quad a' = \frac{8W^3}{P^2} \quad (21)$$

Literatürde V_{\max} , P_{\max} ve W_{\max} kullanılarak V' , a' 'ne ulaşılabilir.

Bu formülasyonda V_0 çıkarıldı. Buna göre basınç sıfır olduğu zaman hacim sonsuza (infinity) gider. Bu durumda düşük basınçta 2 parametre modeli tam olarak doğru bulunmamıştır.

Van Wyk eşitliği tam olarak uygulanır. a' , V' ve V_0 bilinmeyenleri ve 2 denklem mevcuttur. Bu nedenle bir sabite ihtiyaç vardır.

Bu üç parametre enerjinin bir fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$W = - \int_0^P P dV = - \int_{V_0}^V a' \left[\frac{1}{(V' * V')^3} - \frac{1}{(V_0 - V')^3} \right] dV = \frac{P}{2} (V - V') + 1,5a' \frac{(V - V_0)}{(V_0 - V')^3} \quad (22)$$

V' ve a' iteratif işlem için başlangıç noktası olarak alınmıştır.

Üç parametreleri sıkıştırma eğrisi ile deneysel eğri neredeyse aynıdır. İki parametreleri sıkıştırma eğrisi onlardan biraz daha farklıdır (Taylor ve Pollet,2002; Ajayi, 1997; Carnaby ve Pan, 1989; Hoffman ve Beste, 1997; Komori ve Makishima, 1991; Lee ve Carnaby, 1992; Matsudaira ve Qui, 1995; Ukponmwan, 1994; Virto ve ark., 2002; Komori ve Itoh, 1991).

Basınç-kalınlık ilişkisi kumaşın sıkıştırılabilirlik karakteristiğini vermektedir.

Basınç uygulandığı zaman bir histerisis oluşur. Histerisisde lif topluluğu içindeki lifler arasındaki sürtünme ve kumaşı oluşturan liflerin viskoelastik yapısı nedeni ile kayıplar meydana gelmektedir.

Peirce 1937 yılında basit bir cihaz olan Shirley Institute kumaş kalınlık test cihazını geliştirdi (Peirce, 1930).

1972 yılında Kawabata KES-F3'ü geliştirdi. 1980 yılında CSIRO FAST sistemine dahil olan FAST-1 sıkıştırma test cihazı geliştirildi. Bu sistemler off-line sistemlerdir. Bu sistemlerde çok sayıda ürünü temsil eden küçük bir bölgede ölçüm yapılır.

On-line ölçüm sisteminde ise kumaş V_0 hızı ile hareket ederken silindirler üzerindeki liflerde kumaşın sıkıştırılması esasına dayanır (Huang ve Grosh, 2002; Carnaby ve Pan, 1989; De jong ve ark., 1986; Ly ve ark., 1991).

Yüzey kalınlığı olarak farklı bir parametre tanımlanmıştır. Bu parametre verilen basınçlarda ölçülen kumaş kalınlıkları arasındaki farktır (Ly ve ark., 1991).

C) SÜRTÜNME İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Kumaş gibi viskoelastik yapıdaki, deformasyona uğrayabilen materyallerin kayma sürtünmesini açıklamak için kullanılan en yaygın teori Bowden ve Taylor'un teorisidir.

Bu tür materyaller;

$$F_f = a(F)^n \quad (23)$$

ile açıklanabilir.

Bowden ve Taylor, temas noktalarında kayma (shearing) olması ile kayma sürtünmesinin meydana geldiğini belirtmiştir.

Bu mekanizma için önemli faktörler lif topluluğunun kayma kuvveti (shear strength) ve sıkıştırmada viskoelastik özellikleridir. Sürtünme kuvvetine direnç; yüzeyde sıkıştırma yüküne, kayma hızına, kızak materyalinin hammaddesine ve kumaş yapısına bağlıdır.

Sürtünme sırasında uygulanan basınç ile kumaş kalınlığı arasında birçok eşitlik vardır.

$$e = a + \frac{b}{P+c} \quad (24)$$

e: kumaş kalınlığı

a,b,c : sabit

Genel bir denklem olarak;

$$e = a(P)^b \quad (25)$$

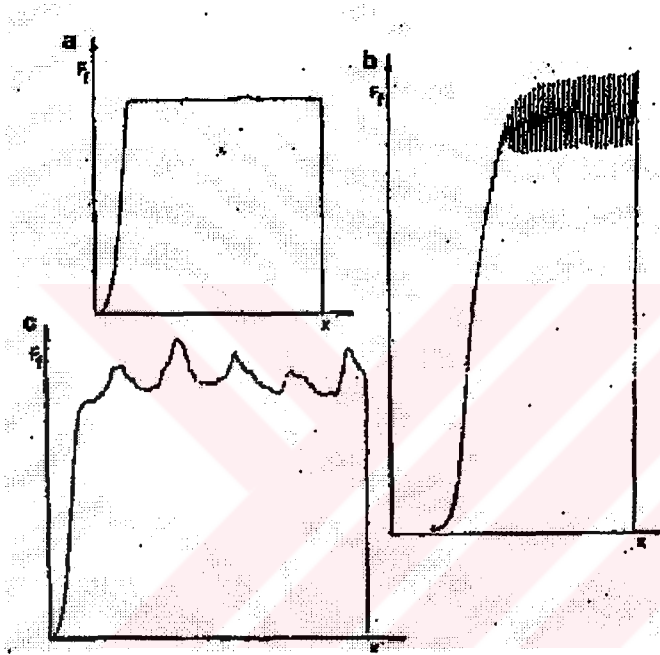
verilebilir.

Sıkıştırılabilirlik modülü β ,

$$\beta = -\frac{1}{e_0} \frac{de}{dP} \quad (26)$$

$$\beta = -\frac{a^* b}{e_0} (P)^{b-1} \quad (27)$$

olarak verilmiştir.



Şekil-11 Karakterize Olmuş İnstron Grafikleri (a) Sürtünme Kuvveti Sabit Olduğu Zaman, (b) Stick-Slip Etkisi Gösteren Sürtünme Kuvvetinin Salınım Hareketi, (c) Elastik Davranış Gösteren Dalgalı Sürtünme Kuvveti

Virto, 1997.

Sürtünme diyagramlarında üç tip karakter gözlenmiştir. İlk karakterde sürtünme hareketi başladıktan sonra sabit sürtünme kuvveti (F_f) gözlenir. İkinci karakterde Stick-slip etkisi gösteren sürtünme kuvvetinin (F_f) osilasyon (salınım) değeri gözlenmiştir. Üçüncü karakterde ise, az çok viskoelastik davranış gösteren sürtünme kuvvetinin dalgalı bir değeri gözlenmiştir.

Mukavemet cihazında yapılan ölçümler sonunda dinamik sürtünme katsayısı μ ve enerji elde edilebilir.

$$\mu = \frac{F_f}{G} \quad (28)$$

μ : dinamik sürtünme katsayısı

F_f : sürtünme kuvveti

G : uygulanan yük

$$W = F_f * V \quad (29)$$

W : enerji

V : Hız

Yapılan ölçümlerde kauçuk kızak ile maksimum sürtünme kuvvetini, çelik kızak ile minimum sürtünme kuvvetini ve plastik kızak ile de ikisinin arasında bir değer elde edilmiştir.

Diyagramlarda osilasyon (salınım) hareketi genel olarak nonwoven dokularda meydana gelmiştir.

Hız sabit iken yük artması durumunda dinamik sürtünme katsayısının (μ) arttığı gözlenmiştir. Hız arttıkça ise (μ) değeri azalır (Virto ve Naik, 1997; Ajayi, 1992).

Sürtünme adhezyon teorisi (Wilson modeli);

$$\log F/A = c + n * \log N/A$$

(30)

n: Eğim

c: log F/A'nın Ortalaması

F : Sürtünme Kuvveti

N : Normal Kuvvet (Yük)

Kumaşlar arasındaki basınç arttığı zaman statik ve dinamik sürtünme katsayısı azalır.

Wilson Modeli statik ve dinamik sürtünme verileri arasındaki ilişkiyi oldukça iyi gösterir.

Wilson teorisinde, temas sayısı (S) ile ilgili bir varsayımı kabul etmiştir.

$$S = \gamma * (N/A)^\beta \quad (31)$$

S : Temas Sayısı

N : Normal Kuvvet

A : Alan

γ ve β materyale bağılı sabitlerdir.

Denklem (30)'da yer alan c, N/A değerlerinin varyasyonlarının S ile ilişkilidir.

Wilson, S₁ birim basınçtaki S değeri olmak üzere;

S₁ arttıkça c değerinin arttığını (eğrilmiş iplikten elde edilen dokularda), S₁ arttıkça c değerinin azaldığını (kontinü filamentten elde edilen dokularda) gösterilmiştir (Carr ve ark., 1988; Schuck ve Loeb, 1970; Zurek ve ark., 1985; Ajayi, 1992).

Stick-slip hareketinde sürtünme direncinin büyüklüğü ve pik sayısı kumaş yapısı ile ilgilidir (Ajayi, 1992; Hearle ve Hussain, 1971; Stockbridge ve ark., 1957).

Düşük sürtünme katsayısına sahip olan, yani sürtünmeye karşı çok az direnç gösteren kumaşlara düzgün yüzeye sahip kumaşlar denilmektedir.

Yük ile sürtünme kuvveti arasında lineer bir ilişki olmadığı ancak,

$F = K * N^n$ eşitliğine uygun bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Burada K ve n sürtünme sabiti ve index'dir. K değeri basınca bağılı değerdir ve basınç değişiminden negatif olarak etkilenmektedir (Wilson, 1963; Zurek ve ark., 1985).

Yük artışı ile stick-slip hareketindeki pik sayısı artarken statik sürtünme kuvveti ile kinetik sürtünme kuvveti arasındaki fark da artar.

Tekstil materyali viskoelastik karakterli olduğu için sürtünme özellikleri de zamana bağılı olarak değişir.

Sürtünme katsayısı ölçümünde aynı bölgeden pek çok geçişden sonra ölçüm yapılabilir. Birkaç geçişden sonra yapılan ölçümde sürtünme katsayısının büyüklüğünde, harekete dirençte, pik sayısında, direnç büyüklüğünde ve (F_s - F_k) değerinde bir azalma gözlenir (Ajayi, 1992; Elder ve ark., 1984; Hearle ve Hussain, 1971; Wilson, 1963).

Hareket arttıkça giysinin pürüzlülük hissidi artar. Giysi konforu hem kumaş-cilt temas bölgesi ile hem de ciltteki nem miktarı ile verilir. Kumaş cilt temas noktası az ve cilt kuru ise giysi konforlu olarak gösterilebilir.

Bazı çalışmalar ise yalnızca cilt ıslaklığının konforla ilişkili olduğunu vurgulamıştır (Hollies ve ark., 1979).

Su ve terin cilt yüzey sürtünmesini artırmaktadır (Sulzberger ve ark., 1966; Gwosdow ve ark., 1986; Kennis, 1994).

D) SIVİNİN LİFLİ YAPI TARAFINDAN EMİLMESİ İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Oldukça fazla şişme özelliğine sahip hidrojellerin özellikleri jellerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bir kombinasyonuna bağlıdır. Jel özellikleri düşük veya yüksek moleküler ağırlığa sahip çapraz bağlama maddelerinin ve iskeleti oluşturan ana polimerin seçimi ile belirlenir (Budtova ve ark., 1993).

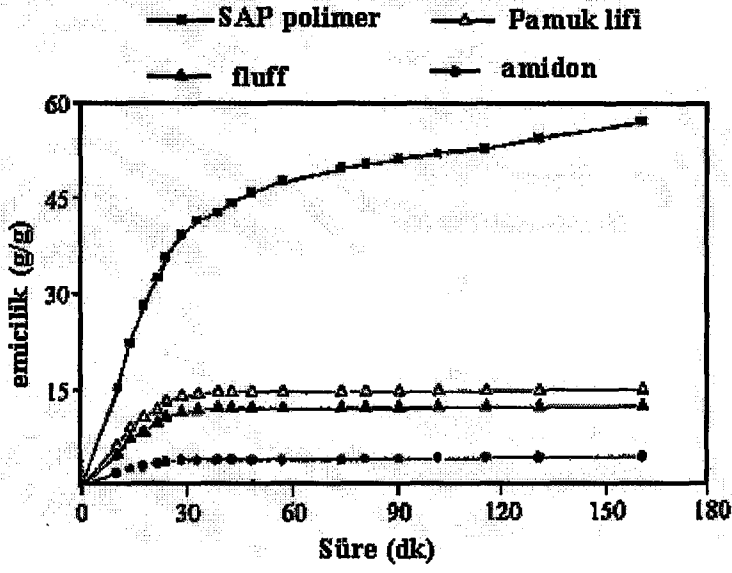
Emici tabaka prensip olarak kraft metodu ile elde edilmiş fluff tabaka ve bu destek doku içerisine tanecikler halinde dağıtılmış süper absorbanlardan meydana geldiği daha önce belirtilmişti. Destek doku etkili bir emicilik özelliğine sahiptir, ancak bu tabakanın su tutma yeteneği oldukça düşüktür. Bu lifli doku yeterince elastik değildir. Emici tabaka içerisindeki süper absorban polimerlerin en önemli özelliği ise suyu depolayabilmeleri ve içlerinde hapsedebilmeleridir.

Genel olarak süper absorban polimerlerin sıvıyı emmeleri difüzyon ve kılcılık olayları ile olabilmektedir. Başlangıçta sıvının emilmesi sıvı ile süper absorban arasındaki temas ve kılcılık ile sağlanabilmektedir. Sıvının polimer içerisine giriş hızı polimerin ağıl yapısına ve granüllere bağlıdır. Sıvı absorblandığı zaman jellerin özellikleri yapılarındaki değişikliğe bağlı olarak değişir. Absorbanların mekanizmaları onların kompozit yapıları nedeni ile açık değildir. Komponentlerin esas zincirleri emicilik fonksiyonunu yerine getirirler.

Hijyenik ürünlerin özelliklerini 3 yönde değerlendirmek mümkündür.

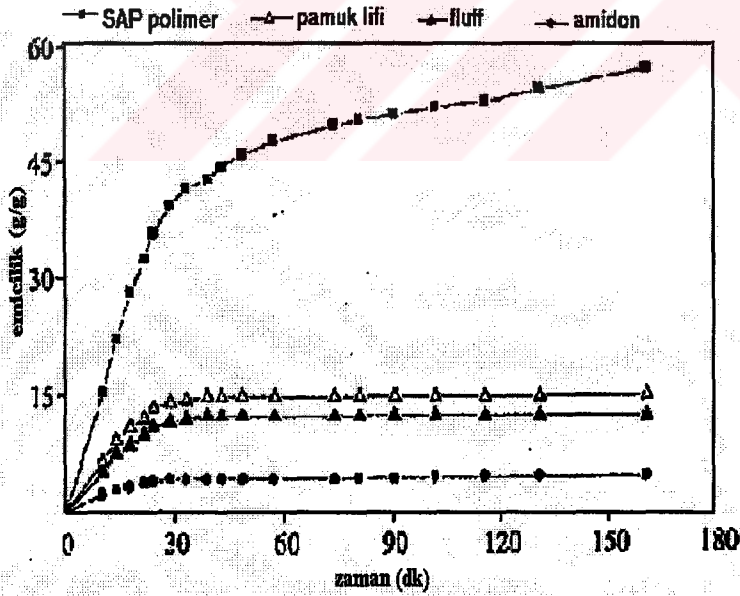
- kuru polimerin emicilik karakterlerini değerlendirmek
- lifli destek dokunun özelliklerini tanımak
- bitmiş hijyenik ürünün karakteristiklerinin değerlendirilmesi

Her yapının emicilik kinetiklerinden birisi şişmedir. Birçok çalışmada jellerin su ile ve tuzlu su ile şişme mekanizmaları incelenmiştir.



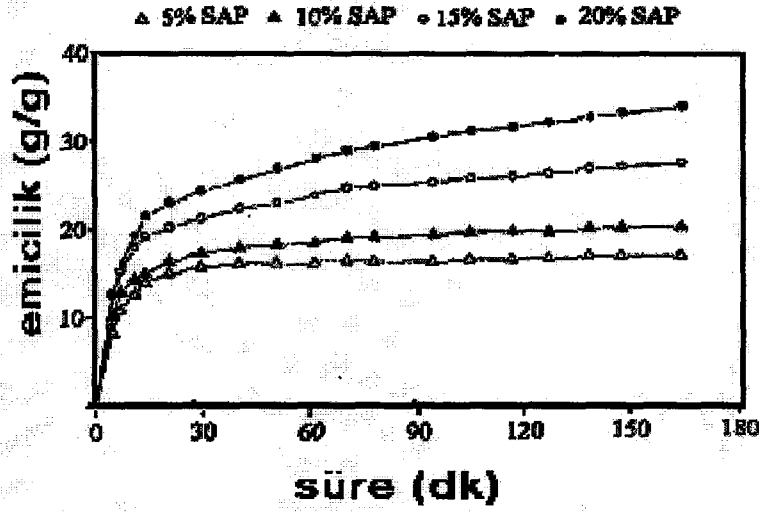
Şekil-12 Farklı Yapılarda Su Emiciliği

Alouche ve ark., 2000.

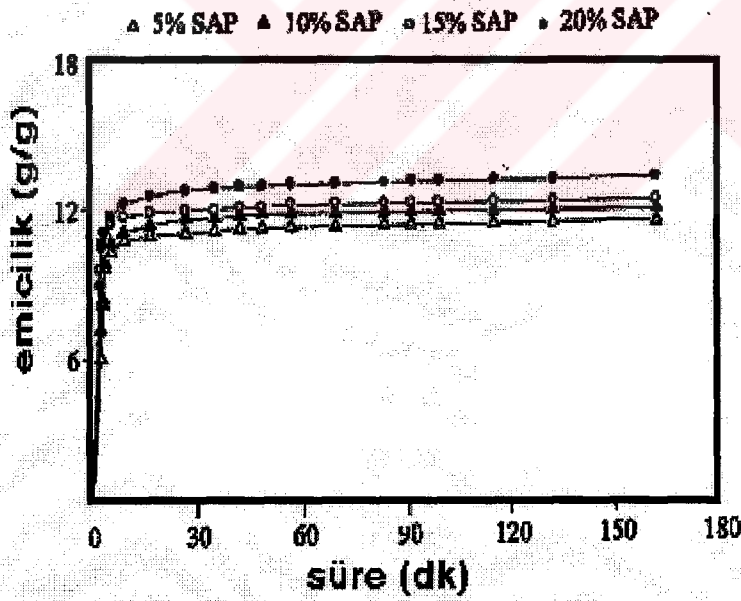


Şekil-13 Farklı Yapılarda Tuzlu Su Emiciliği

Alouche ve ark, 2000.



Şekil-14 Absorban İçeren Fluff Yapılar İle Suyun Emilme Hız Değişimi
Alhouche ve ark., 2000.



Şekil-15 Absorban İçeren Fluff Yapılar İle Tuz Çözeltisinin Emilme Hız Değişimi
Alhouche ve ark., 2000.

İlk aşamada polimerin kılcıl emiciliği oldukça zayıftır, sıvı sadece yüzeyde emilir.

Daha sonra dışı şişmiş bir tabaka yapısı oluşur. Bu şekilde 2 faz oluşur. İç kısımlarda henüz su alıp şişmeye başlamamış kısım ile dış tarafta su alıp şişmeye başlamış kısım bulunmaktadır (Alouche ve ark., 2000). Bunun dışında birde tamamen şişme ile şişmemiş olma arasında bir geçiş fazı düşünülebilir (Budtova ve Navard, 1998).

Daha sonraki aşamalarda polimerin su ile çevrelenmesi oldukça yavaştır. Su iç kısımlara doğru ilerlemeye başlar.

Grafiklerden görüldüğü gibi emiciliğin artışı kullanılan polimer miktarının artışı ile direk olarak ilgilidir. Çok az miktarda süper absorban polimer içeren lifli yapıda emicilik ve su tutma lifli yapının gelişimi ile değişir.

Analizler sonucu olarak tuz çözeltisinde emicilik performansının düştüğü gözlenmiştir. Tuz bulunması durumunda şişmenin sınırlı yapısı birçok çalışmada jellerin polielektrolitler üzerinde etkisi şeklinde incelenmiştir. Emicilikte denge polimerin yapısında suyun kimyasal potansiyeline eşdeğerdir. Suyu tuz ilavesi ile polimer çevresindeki suyun potansiyelinde bir düşüş olur. Bu koşullar altında polimer polielektrolit tuzlu suyu saf sudan daha az emebilir.

Su tutma kapasitesi fluff tabakanın hacmi arttıkça artar. Deliklerdeki kılcallık kuvvetleri büyüktür, yapı rijittir (Alouche ve ark., 2000).

Şişmiş jel bölgesinden kuru bölgeye sıvı geçiş kinetiği başlangıç jel büyüklüğünün karesi şeklinde ilerlerken, daha ileriki aşamalarda sıvının ilerlemesi başlangıç jel büyüklüğü ile orantılı olarak ilerlemektedir. Yapıdaki poli-iyonlara denge iyonlarının bağlanmasının etkisi büyük önem taşımaktadır. Polielektrolit jellerdeki hareketli iyonların konsantrasyonu ve iyonların yapısı da hidrojel aşamasını etkiler. Polielektrolit jellerdeki şişme mekanizmasını tek aşamada açıklamak mümkün değildir. Şişmenin yanında yer alan geçiş aşamasını da göz ardı edemeyiz. Kimyasal bir reaksiyon olarak hidrojel örnek içine iyonların penetrasyonu, iyonlar ile etkileşimi ve bir tuz çözeltisine daldırılan yüklü jelin şişme davranışı olarak gösterilebilir. Hareketli iyonlar ile poli-iyonlar arasındaki ilişki yeterince güçlü olduğu zaman çözülemez bir ürün oluşur. Tuz çözeltisi için şişme esas olarak tuzlu çözeltideki suyun emilimi ile olur.

Hidrojel şişme dinamiği ve çözünmez tabakanın gelişimi polimer tuz konsantrasyonuna bağlıdır (C_{pol}/C_{tuz}).

$C_{pol} \approx C_{tuz}$ olursa metal iyonları jellerin hepsine girer. $C_{pol} \ll C_{tuz}$ olursa geçiş tabakasının genişliği yavaşça artar ve daha sonra sabit kalır. Bunun nedeni ise kuru jel

ve metal iyonlarının şişmeye başlamadan önce serbest olarak hareket edememesi olarak açıklanır.

Emici tabaka içindeki jeller 3 şekilde bulunabilir.

- konsantre şekilde
- şişmiş şekilde
- kuru şekilde

i. Konsantre şekil: Jel ile metal iyonları arasındaki kimyasal reaksiyonun bir sonucu olarak çözülmez ürün konsantre şekli temsil eder. Jel yüzeyinde oluşan tabakadır.

Şişmiş Şekil : jelin solvent içerisinde şişmiş olduğu şekildir.

Kuru Şekil : Şişme işleminin ilk başlangıç anıdır.

Bütün jellerin hepsinin aynı anda sıvı ile temas etmesi mümkün olmadığı için bu üç şekildeki absorbanları emici tabaka içerisinde görmek mümkündür.

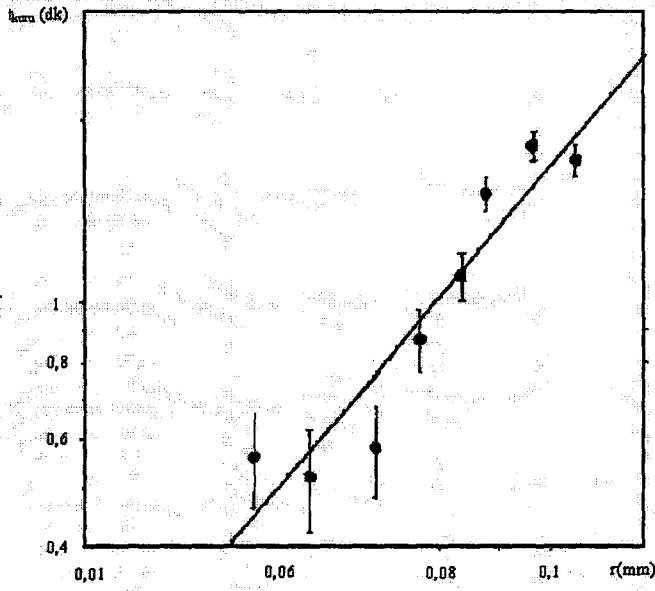
Kuru partiküllerde şişme öncelikle dış yüzeyde şişmiş tabaka oluşturarak olur. Şişme işlemi bittiği zaman kuru alan kalmaz. Tuzlu suda şişme de bu prensibe göre olur, ancak tuz konsantrasyonu arttıkça azalan şişme derecesi gözlenir.

Jel şişme kinetiğini karakterize eden iki parametre vardır. Birinci parametre kuru fazın kaybolması için gereken süre, ikincisi ise jel çapı sabitleşene kadar geçen süre olarak verilir.

Şekil-16'da verilen eğim 2,2'dir. Buna göre kuru fazın kaybolması için geçen süre ile başlangıç çapı arasında $t_{dry} \sim r_0^2$ gibi bir eşitlik verilebilir.

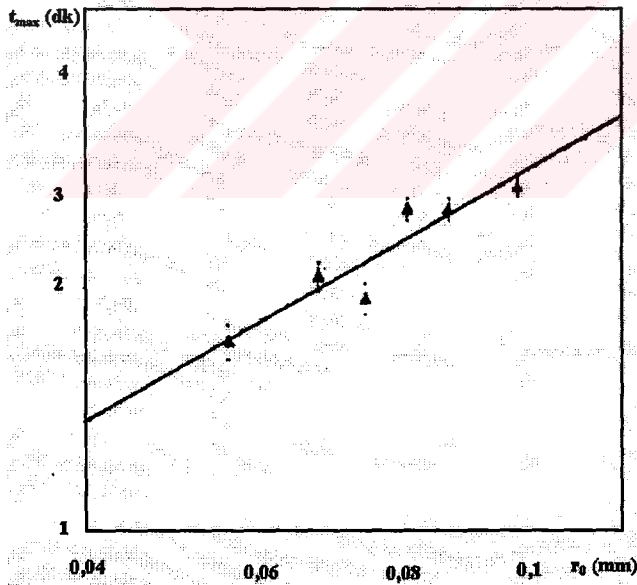
Şekil-17'de verilen eğim 0,9'dur. Jel çapı sabit kalana kadar geçen süre ile başlangıçtaki jel çapı arasında $t_{max} \sim r_0$ gibi bir ilişki vardır (Budtova ve Navard, 1998; Lane ve ark., 1990).

Lifli yapı içerisinde basınç altında sıvı geçişine ilişkin pek çalışma bulunmamaktadır. Akış sırasında sürtünme nedeni ile oluşan mekanik enerji nedeniyle sıvının giriş enerjisi düşer. Böylece basınç etkisi lifli yapı ve sıvıdan meydana gelmiş toplam sistem enerjisine ilave edilir.



Şekil-16 Suda Jel Şişmesi: Başlangıç r_0 Jel Çapında Kuru Fazın Kaybolması İçin Geçen Süre t_{max}

Budtova ve Navard, 1998.



Şekil-17 Suda Jel Şişmesi: Başlangıç r_0 Jel Çapında Şişmiş Jel Çapı Sabit Olana Kadar Geçen Süre t_{dry}

Budtova ve Navard, 1998

Sıvının doku içerisinde ilerlemesi sırasında gaz dolu durumda bulunan boşluklar sıvı dolu duruma gelir. Bu tür gözenekli yapılarda sıvı geçişi ile ilgili olarak Darcy Kuralı kullanılır.

Bu kurala göre gözenekli doku içerisinde sıvı geçişini basınç etkilemektedir.

Darcy Kuralı;

$$U = -\frac{K}{\mu} \Delta P \quad (32)$$

şeklindedir.

Burada;

U: Ortalama Hız

μ : Sıvı Viskozitesi

ΔP : Basınç

K: Lifli Yapının Geçirgenliği

olarak gösterilmiştir (Zhong ve ark., 2002; Adams ve Rebenfeld, 1987; Zhong ve ark., 2001; Cheurell ve ark., 1985; Kıssa, 1996).

Islanma davranışı, sıvı ile lif arasında bir dengenin sonucudur ve aralarındaki etkileşimin bir yansımasıdır. Gaz dolu bölgeye sıvı geçişi yüzey gerilimi ve ağırlığın dengesi ile olmaktadır.

Sıvı geçişinde karakteristikler lif ile sıvı arasındaki adhesiv enerjinin katsayısı ve sıvı içinde kohesiv enerjinin katsayısı olarak belirlenmiştir (Zhong ve ark., 2001; Hsieh ve Yu, 1992).

Su buharı lifli yapı içerisinde su buharı konsantrasyonunun bir sonucu olarak hareket eder. Lifler su buharını kimyasal bileşimleri ve yapılarına bağlı olarak emebilirler.

Isı transferi ise sıvı emilmesi işleminde eş zamanda gerçekleşmektedir.

Sıvı geçişini değerlendirmek için 2 çeşit difüzyon katsayısı kullanmışlardır. İlk aşamada nem içeriğine bağlı katsayı, ikinci aşamada zamana bağlı katsayı kullanılabilir.

Tekstil yapıları içerisinde sıvı geçişi termal konduktivitelerini artırır ve liflerin nem emmelerini ve ısı transferini değiştirir.

Isı ve nem özellikleri gözeneklilikten ve örnek kalınlığından da etkilenir (L1 ve ark., 2002; L1 ve Luo, 2000; Luo ve ark., 2000; Fohr ve ark., 2002).

Sızıntı performansı üre ağırlığının bir fonksiyonu olarak değerlendirilmiştir. Sızıntının bezler içine giren sıvının basınç nedeniyle dışarı çıkmasından kaynaklanmaktadır. Bu amaçla wetback, emicilik bölgesi, emicilik kapasitesi ve su tutma kapasitesinin ölçümü yapılmıştır (Cottenden ve Ledger, 1993; Cottenden ve ark., 1997).

E) ISIL ÖZELLİKLER İLE İLGİLİ YAPILAN ÇALIŞMALAR

Termal konduktivite, hacim yoğunluğu ve ısı kapasitesi biliniyorsa α 'dan elde edilebilir. Burada belirtilen α termal geçişi göstermektedir. Termal konduktivite bazı çalışmalarda nonsteady state soğuma metodu ile ölçülmüştür. Nonwoven dokunun sıkıştırılması ile termal konduktivitenin düştüğü gözlenmiştir. Bu olay ısı transferinin radyal bileşeninde meydana gelen azalmadan kaynaklandığı belirtilmektedir. Dokuyu meydana getiren liflerin yapısında delik olup olmaması da termal konduktiviteyi etkilemekte olduğu tespit edilmiştir. Lif yapısında delik içeren dokular daha düşük termal konduktiviteye sahip olmaktadır.

Lifli yapıdaki ısı transferi birçok mekanizma sayesinde olmaktadır (Martin ve Lamb, 1987; Stuart ve Holcombe, 1984; Luo ve ark., 2000; Fohr ve ark., 2002).

Isı transfer oranı, ısı kaynağı ile örnek arasındaki sıcaklıktır. Tekstil materyalinin termal konduktivitesinin tespit edilmesinde statik ve dinamik metot kullanılmıştır. Statik ve dinamik metotlar ile elde edilen termal konduktiviteler karşılaştırıldığı zaman, dinamik metot ile elde edilen termal konduktivitenin daha yüksek çıktığı görülmüştür. ve kalınlık ile termal konduktivite arasında da bir ilişki bulunduğu görülmüştür (Jırsak ve ark., 1998; Martin ve Lamb, 1987; Rees, 1946).

Pan ve ark. (1993) tutum değerleri ölçümünde KES-F cihazları yerine alternatif ölçüm metotları kullanılmıştır. Bu çalışmada hem KES-F hem de FAST sistemine göre ölçümler yapılmıştır.

Sıkıştırma ve kumaş kalınlığı ölçümlerinde Instron Mukavemet Cihazının sıkıştırma hücresi kullanılmıştır. Materyal için optimum yük seçilmiştir.

$$RC = [\text{Alan (OdabO)} / \text{Alan (OcabO)}] * 100 \quad (33)$$

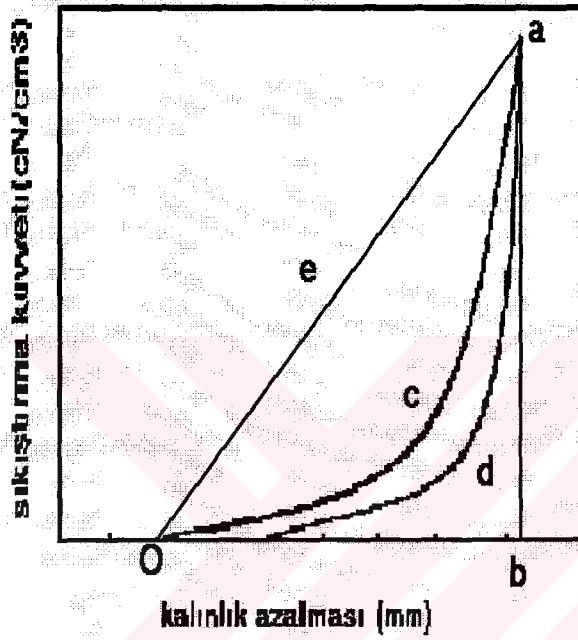
$$WC = \text{Alan (OcabO)} \quad (34)$$

$$LC = WC / \text{Alan (OeabO)}$$

(35)

olarak formüller belirlenmiştir.

Pürüzlülük testi için de bu çalışmada bir alternatif yöntem verilmiştir. Buna göre sürtünme grafiğinde yer alan maksimum noktası ile minimum noktası arasındaki fark kuvvet cinsinden pürüzlülük değeri olarak verilmiştir.



Şekil-18 Sıkıştırma Grafiği

Pan ve ark., 1993.

İKİNCİ BÖLÜM

MATERYAL VE METOD

I. MATERYAL

A) KULLANILAN MATERYAL

Materyal olarak ticari olarak üretilmiş, piyasada satılan bebek bezleri kullanılmıştır. Bu bebek bezlerin hepsi süperabsorban polimer içermektedir. Ayrıca bel bandı ve bacak bandı içermektedirler.

Tablo 11. Bebek Bezlerinin Teknik Özellikleri

Ticari ismi	Kodu	Gramaj (g/bez)	Boy (cm)
1	1	39.3158	44
2	2	35.8123	49.7
Prima	3	30.9046	39
4	4	37.2650	43.5
5	5	34.9217	43.1

B) KULLANILAN TEST CİHAZLARI

Hammadde Belirleme İçin : Shimadzu Ir-470 Infrared Spectrophotometer

Sürtünme Katsayısı Ölçümü İçin : Instron 4411 Mukavemet Cihazı

Pürüzlülük İçin : Instron 4411 Mukavemet Cihazı

Sıkıştırma Testleri İçin : UTEST Üniversal Test Cihazı

Isı İletim Katsayısı İçin : Shoterm QTM-D2 Isı İletim Katsayısı Ölçme Cihazı

Bu test cihazlarından Shimadzu Ir-470 Infrared Spectrophotometer test cihazı Ege Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü Test Laboratuvarında, Instron 4411 mukavemet cihazı Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Test Laboratuvarında, Shoterm QTM-D2 ısı iletim katsayısı ölçme cihazı Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Isı Laboratuvarında bulunmaktadır. UTEST Universal Test Cihazı Afyon Kocatepe Üniversitesi Uşak Mühendislik Fakültesi'nda bulunmaktadır.

II. METOD

A) BEBEK BEZLERİNİN OLUŞTUĞU KATMANLARIN BELİRLENMESİ

Shimadzu Ir-470 Infrared Spectrophotometer test cihazı ile yapılan ölçümler sonucu olarak bebek bezlerinin tabakalarının hammaddeleri hakkında bilgi edinilmiştir.

1. Ölçümlerin Yapılması.

Shimadzu Ir-470 Infrared Spectrophotometer test cihazı ile bebek bezlerinin üst katmanlarının (Coverstock tabakalarının) infraredi çekildi. İnfrared sonucu elde edilen grafiklerdeki ana pikler polimer haritasındaki değerler ile karşılaştırılarak hangi polimer olduklarına karar verildi.

Bebek bezleri incelendiği zaman coverstock tabakası altında wood pulp tabakasının üstünde, yani bu iki tabaka arasında başka bir tabaka olduğu da tespit edilmiştir. Bu tabakanın infraredi çekilmiştir.

Bu tabakanın hangi polimerden meydana geldiğini belirlemek amacı ile yine Shimadzu Ir-470 Infrared Spectrophotometer test cihazı kullanılmış ve yine grafikteki pikler polimer haritasına göre değerlendirilmiştir.

Wood pulp tabakası içerisine süperabsorbanlar tanecikler halinde dağılmış bir şekildedir. Süperabsorban polimerlerin de hangi hammaddeden oluştuğunu tespit etmek için Shimadzu Ir-470 Infrared Spectrophotometer test cihazı kullanılmıştır. Ancak polimer cinsinin belirlenmesinde süper absorban polimerlerden direkt olarak ölçüm yapılamamış, ikinci ve daha ileri bir aşama olarak da önce süper absorban polimerleri

500 °C bozۇsturulmuř ve daha sonra bozۇřma sırasında çıkan gazları yoğunlaştırılmış ve onun infraredi çekilmiştir.

Bütün bebek bezlerinin alt tabakalarının infraredi Shimadzu Ir-470 Infrared Spectrophotometer test cihazında çekilmiştir. Elde edilen grafiklerin ana pikleri polimer haritasına göre değerlendirilmiş ve PE polimerlerinden meydana geldiği gösterilmiştir.

Bel bantları ve bacak bantlarında kullanılan ve esnek olan polimer için de infrared çekilmiştir.

B) YAPILACAK DEğERLENDİRMELERİN BELİRLENMESİ

Bebek bezlerinin değerlendirilmesinde hem subjektif hem de objektif değerlendirmelerin kullanılması uygun grlmştir.

1. Subjektif Değerlendirmeler.

Subjektif değerlendirmeler hem kuru hem de ıslak olarak yapılmıştır. Kuru olarak yapılan subjektif değerlendirmelerde 55 kişinin, ıslak olarak yapılan subjektif değerlendirmelerde 50 kişinin değerlendirme sonuçları kullanılmıştır. Kuru subjektif değerlendirmede kullanılan jrilerden 30 tanesinin doku ve yüzey ile ilgili olan tekstil öğrencilerinden, 25 tanesinin bu sektörle herhangi bir ilgisi olmayan kişiler olarak belirlenmiştir. Islak subjektif değerlendirmede kullanılan jrilerden 25 tanesinin doku ve yüzey ile ilgili olan tekstil öğrencilerinden, 25 tanesinin bu sektörle herhangi bir ilgisi olmayan kişiler olarak belirlenmiştir.

Subjektif değerlendirmelerde bir kişi bir numuneyi 5 kez değerlendirmiştir. Değerlendirme yapılırken numunelerin sıralaması her seferinde değiştirilmiş bu şekilde numuneler hakkında herhangi bir ön yargı olması nlenmiştir.

a) Subjektif Değerlendirme Skalaları

Daha önce birincil tutum değerlendirme ve toplam tutum değerlendirme skalalarının birbirinden farklı olduğu belirtilmiştir.

Tablo 9 ve Tablo 10’da verilen birincil tutum değerlendirme puan skalası ve toplam tutum değerlendirme puan skalası kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır.

b) Subjektif Değerlendirmeler İçin Numunelerin Hazırlanması

Subjektif değerlendirmeler için numuneler 10 cm x 13 cm boyutunda kesilmiştir. Numunenin kenarları bir yapıştırıcı ile kapatılarak elyaf ve süper absorban kaybı engellenmiştir. Cam bir plakanın tam ortasında 7.5 cm x 10.5 cm boyutunda bir delik açılarak hazırlanmıştır. Plakanın kalan cam bölgeleri renkli bant ile kaplanmıştır.

Islak subjektif değerlendirmeler için de numuneler 10 cm x 13 cm boyutunda kesilmiştir. 78.75 cm^2 (7.5 cmx10.5 cm)’lik alan için %0.9 NaCl çözeltisinden 30 ml kullanılması gerektiği için 10 cm x 13 cm’lik numune için % 0.9 NaCl çözeltisinden 49.5 ml kullanılmıştır. Numunelerin kenarları yine yapıştırılmıştır. Aynı cam plaka burada da kullanılmıştır.

Subjektif değerlendirmelerde önemli olan 7.5 cm x 10.5 cm büyüklüğündeki parçanın değerlendirilmesidir.

2. Sürtünme Testleri.

a) Sürtünme Test Cihazı

Sürtünme testlerini yapmak amacı ile Instron 4411 mukavemet cihazına ilave parçalar eklenmiştir. Cihazın alt çene kısmına 15cmx52cm ebadında paslanmaz çelikten yatay bir parça takılmıştır. Bu parça üzerine sürtünmesiz makara takılmıştır. Üst çeneye ise bir kanca takılmıştır. İki ucu kancalı misina ile üst çene ve kızak arasında bir bağlantı kurulur.

Belirlenen hızda Instron cihazının üst çenesi hareket ederken kızıağı da çekmektedir. Bu sırada harekette meydana gelen yük değişimleri bilgisayardan grafik olarak elde edilmiştir.

Elde edilen bu grafikte istenilen bölgenin altında kalan alan (iş) cihazın yazılımı sayesinde hesaplanmıştır.

b) Sürtünme Test Numunesinin Hazırlanması

Numunelerin ölçüm yapılması sırasında kolaylık sağlaması amacı ile bacak bantları kesilmiştir. Bu şekilde numunenin kıvrımlı olması engellenmiştir. Numuneler yatay platform üzerine bir yapıştırıcı vasıtası ile sabitlenmiş ve ölçümler yapılmıştır.

Islak numunelerin hazırlanmasında ise numunelerde 8 cm x 12 cm boyutlarında bir kısım bezin orta bölgesinden çizilerek belirlenmiştir. %0.9 NaCl çözeltiden 36,6 ml bu bölgeye bir pipet yardımı ile verilmiştir. Ölçümler bu bölge üzerinden yapılmıştır.

c) Sürtünme Parametrelerinin Belirlenmesi

Yapılacak olan sürtünme testlerinde bazı parametrelerin belirlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu testler için kızak büyüklüğü, kızak ağırlığı, kızak hammaddesi, ölçüm mesafesi ve hızın belirlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu parametreleri belirlemek amacı ile ön denemeler yapılmış ve bunlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

d) Ön Deneyler İle Karar Verilmesi Gereken Parametreler

Ön deneyler ile kızak büyüklüğü, hız, ağırlık, ölçüm mesafesi, kızak malzemesi ve yapılması gereken tekrar sayısına karar verilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ön denemelerde iki tip kızak büyüklüğü, 4 farklı hız ve 7 farklı ağırlıkta ölçüm yapılmıştır.

e) Kızak Malzemesinin Seçimi

Hammadde olarak özgül ağırlığı fazla olan bir hammadde seçilmesi gerekmektedir. Çünkü sürtünme deneylerinde istenen ağırlığın yükseklik fazla olmayan bir parça ile sağlanmasının deneyin yapılışı sırasında önemli olduğu bilinmektedir. Bu nedendir ki özgül ağırlığı yüksek olan çelikten yapılmış bir kızak kullanılmıştır.

Ancak bu malzemenin üstü deri ile kaplanarak cilde uygun hale getirilmesi sağlanmıştır.

Ön denemelerde çelik kızak ve deri kaplı kızak ile yapılan deneyler karşılaştırıldığı zaman sürtünme katsayısını bir miktar artış görülmüştür. Ayrıca yük-yer değiştirme

grafiği incelendiği zaman deri kaplı kızak ile yapılan testte titreşimin arttığı ancak genel anlamda grafik karakteristiğinin değişmediği görülmektedir. Tablo 12'de çelik kızak ve deri kaplı kızak ile elde edilen sürtünme katsayıları verilmiştir.

Tablo 12. Çelik Kızak Ve Deri Kaplı Kızaklarda Sürtünme Katsayıları (μ)

Alan (cm ²)	Hız Yük	6 mm/dk		10 mm/dk		15 mm/dk		20 mm/dk	
		çelik	deri	çelik	deri	çelik	deri	çelik	Deri
6	50 g	0,108	0,1609	0,114	0,171	0,091	0,1456	0,063	0,0945
	85 g	0,184	0,276	0,172	0,2578	0,181	0,2715	0,178	0,2679
	120 g	0,225	0,3326	0,227	0,345	0,232	0,3429	0,234	0,3516
9	70 g	0,22	0,3311	0,199	0,2981	0,195	0,312	0,1915	0,2871
	105 g	0,265	0,382	0,256	0,3866	0,262	0,3935	0,261	0,4019
	140 g	0,287	0,43	0,283	0,4237	0,269	0,3954	0,293	0,4688
	175 g	0,302	0,4137	0,2895	0,4343	0,284	0,4249	0,284	0,4146

f) Kızak Büyüklüğünün Belirlenmesi

Kızak büyüklüğünün tespiti amacı ile ön denemelerde 2 farklı kızak büyüklüğünde ölçüm yapılmıştır.

<u>Kızak no</u>	<u>Ebatları (cm)</u>
1	3 x 2
2	3 x 3

g) Yük Parametresinin Belirlenmesi

Sürtünme deneylerinde yük parametresinin önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Kullanılan numunelerde standart kumaş numunelerinden farklı olduğu için bu numunelerde yapılan deneylerde kullanılacak yükün ön deneyler ile belirlenmesi gerekmektedir.

Bu amaçla 7 farklı yük kullanılarak yapılan denemelerde en düşük standart sapma değerini veren yükte çalışmalara devam edilmesi düşünülmüştür.

Bu amaçla her numunede her yük ve her hız değeri için 3 test yapılmış ve bunların ortalama ve standart sapma değerleri tablo da verilmiştir.

<u>No</u>	<u>Yük (g)</u>
1	50
2	85
3	120
4	70
5	105
6	140
7	175

Tablo 13. Farklı Yük Değerlerinde Standart Sapma (σ) ve Sürtünme Katsayıları (μ)

Alan (cm ²)	Hız yük	6 (mm/dk)		10 (mm/dk)		15 (mm/dk)		20 (mm/dk)	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
6	1	0.108	0.0063	0.114	0.0049	0.091	0.0071	0.063	0.0057
	2	0.184	0.0057	0.172	0.0042	0.181	0.0092	0.178	0.0127
	3	0.225	0.0071	0.227	0.0106	0.232	0.0085	0.234	0.0106
9	4	0.22	0.0071	0.199	0.0127	0.195	0.0029	0.1915	0.0007
	5	0.265	0.0021	0.256	0.0035	0.262	0.0092	0.261	0.005
	6	0.287	0.0149	0.283	0.0106	0.269	0.0255	0.293	0.0085
	7	0.302	0.0156	0.2895	0.0076	0.284	0.0113	0.284	0.0127

Tablo 14. Yük Değerleri İçin Ortalama Standart Sapma (σ) ve Ortalama Sürtünme Katsayısı (μ) Değerleri

Alan (cm ²)	Yük	μ	σ
6	1	0.094	0.0060
	2	0.1788	0.0080
	3	0.2295	0.0092
9	4	0.2014	0.0059
	5	0.261	0.0049
	6	0.283	0.0149
	7	0.2889	0.0118

h) Hız Parametresinin Belirlenmesi

Hız parametresini belirleyebilmek için 4 farklı hız değerinde çalışılarak ortalama sürtünme katsayıları ve standart sapmaları bulunmuştur. Her numunede her yük ve her hız değeri için 3 tekrar yapılmıştır ve tabloda bu değerlerin ortalamaları kullanılmıştır.

<u>No</u>	<u>Hız(mm/dk)</u>
1	6
2	10
3	15
4	20

Tablo 15. Farklı Hız Değerlerinde Standart Sapma (σ) ve Sürtünme Katsayıları (μ)

Alan (cm ²)	Hız yük	1		2		3		4	
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	μ	σ
6	50 g	0.108	0.0063	0.114	0.0049	0.091	0.0071	0.063	0.0057
	85 g	0.184	0.0057	0.172	0.0042	0.181	0.0092	0.178	0.0127
	120 g	0.225	0.0071	0.227	0.0106	0.232	0.0085	0.234	0.0106
9	70 g	0.22	0.0071	0.199	0.0127	0.195	0.0029	0.1915	0.0007
	105 g	0.265	0.0021	0.256	0.0035	0.262	0.0092	0.261	0.005
	140 g	0.287	0.0149	0.283	0.0106	0.269	0.0255	0.293	0.0085
	175 g	0.302	0.0156	0.2895	0.0076	0.284	0.0113	0.284	0.0127

Tablo 16. Hız Değerleri İçin Ortalama Standart Sapma ($\bar{\sigma}$) ve Ortalama Sürtünme Katsayısı ($\bar{\mu}$) Değerleri

Hız	μ	σ
1	0.2273	0.0084
2	0.2201	0.0077
3	0.2046	0.0105
4	0.2149	0.0080

1) Sürtünme Testlerinde Yük, Kızak Alanı Ve Hız Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Hız, yük ve kızak alanı parametrelerinin önemli olup olmadığını anlamak için geriye doğru eliminasyon yöntemine göre regresyon analizi yapılmıştır.

Tablo 17. Varyans Analizinden Elde Edilen R^2 ve Düzeltilmiş R^2 Değerleri

R^2	Düzeltilmiş R^2
0.954	0.940

Tablo 18. Varyans Analizi Sonuçları

Hız	Önemli Değil
Yük	Önemli
Alan	Önemli
Hız-yük inter.	Önemli Değil
Hız-alan inter.	Önemli Değil
Yük-alan inter.	Önemli

Varyans analizi sonuçlarına bakıldığı zaman hızın, hız-yük interaksiyonunun, hız-alan interaksiyonunun bir etkisi olmadığı görülmektedir.

Deneylemimizi yük, alan ve yük-alan interaksiyonu etkilemektedir.

Bu nedendir ki kızak alanı mümkün olduğu kadar seçilen yükte çalışmanın kolay olduğu alan olarak seçilmelidir.

Sürtünme katsayısı için hız, yük ve kızak alanına göre geriye doğru eliminasyon yöntemine göre regresyon analizinde şu noktalar dikkat çekmektedir.

1. Her üç bağımsız değişken modele konularak varyans analizi yapılmıştır. Varyasyon kaynakları regresyon ve hata diye ikiye ayrılmıştır ve varyasyon kaynakları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

2. $R^2 = 0.876$ ve düzeltilmiş $R^2 = 0.860$ olarak bulunmuştur. Bu değerlerin varyans analizi ile hesaplanan $R^2 = 0.954$ ve düzeltilmiş $R^2 = 0.940$ değerlerinden düşük olması interaksiyonların etkisinin de incelenmiş olmasıdır.

3. Varyans-Kovaryans matrisi incelendiği zaman alan, hız ve yük değişkenlerinin varyansları sırası ile, $1.258E-05$, $-7.815E-07$ ve $1.766E-08$ olduğu ve hız ile aralarında herhangi bir korelasyon olmadığı görülmektedir.

4. İlk etapta yapılan regresyon analizine göre elde edilen denklem şu şekildedir:

$$\text{Sürtünme Katsayısı} = -0.0159 + 0.01622 * \text{Alan} - 0.000853 * \text{Hız} + 0.00114 * \text{Yük}$$

5. %95 güven aralığındaki regresyon katsayılarının hataları tabloda verilmiştir.

6. Regresyon katsayılarının t-testi incelendiği zaman yük ve alan bağımsız değişkenlerinin önem taşıdığı ancak regresyon sabiti ve hız bağımsız değişkenlerinin önem taşımadığı görülmektedir.

Tablo 19. Sürtünme Katsayısı İçin Geriye Doğru Eliminasyon Yöntemine Göre Regresyon Analizi

Model	Model Özeti							
	R ²		Düzeltilmiş R ²		Hata			
	0.876		0.860		2.6138E-02			
	ANOVA							
		SD	KT	KO	F	F Önem		
1	Regresyon	3	0.102	0.03413	56.343	0.000		
	Hata	27	0.01454	0.00061				
	Regresyon Katsayıları (B) Var.-Kovar. Matrisi							
		Alan		Hız	Yük			
	Alan	1.258E-05		0.00	-2.21E-07			
	Hız	0.00		-7.815E-07	0.00			
	Yük	-2.21E-07		0.00	1.766E-08			
	Katsayılar							
	Değişken	B	Hata	Beta	Güven Aralığı %95		T	T Önem
	Yük	0.00114	0.00	-0.069	0.001	0.001	8.576	0.00
	Hız	-0.000853	0.001	0.699	-0.003	0.001	-0.965	0.344
	Alan	0.01622	0.004	0.373	0.009	0.024	4.573	0.00
	Sabit	-0.0159	0.027		-0.072	0.040	-0.586	0.563
Model	Model Özeti							
	R ²		Düzeltilmiş R ²		Hata			
	0.871		0.861		2.45801			
	ANOVA							
		SD	KT	KO	F	F Önem		
2	Regresyon	2	0.102	0.05092	84.279	0.00		
	Hata	25	0.0151	0.000604				
	Regresyon Katsayılarının (B) Var.-Kovar. Matrisi							
		Alan		Yük				
	Alan	1.254E-05		-2.20E-07				
	Yük	-220E-07		1.761E-08				
	Katsayılar							
	Değişken	B	Hata	Güven aralığı %95		Beta	T	T Önem
	Yük	0.00114	0.00	0.001	0.001	0.699	8.588	0.00
	Alan	0.01622	0.004	0.009	0.024	0.373	4.579	0.00
	Sabit	-0.0268	0.25	-0.077	0.024		-1.088	0.287

7. Regresyon analizinin ikinci etabında hız değişkeni uzaklaştırılmıştır. Tekrar yapılan varyans analizinin sonucundaki F-testinde regresyon varyasyon kaynağı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

8. 2. etapta çıkan $R^2 = 0.871$ ve düzeltilmiş $R^2 = 0.861$ değerlerinin 1. etapta bulunanlardan çok az düşük olmasının sebebi hız bağımsız değişkeninin etkisi olmamasındandır.

9. İkinci etapta yapılan analiz sonucunda çıkan regresyon katsayılarına göre yazılan denklem şu şekildedir:

$$\text{Sürtünme Katsayısı} = -0.0268 + 0.01622 * \text{Alan} + 0.00114 * \text{Yük}$$

10. %95 güven aralığındaki regresyon katsayılarının hataları tabloda verilmiştir.

11. Regresyon katsayılarının t-testi incelendiği zaman yük ve alan bağımsız değişkenlerinin önem taşıdığı ancak regresyon sabiti değişkeninin önem taşımadığı görülmektedir

12. Denkleme konulmayan değişken olarak hız belirtilmiş ve t-testi incelendiği zaman istatistiksel olarak önem taşımadığı görülmüştür.

Bu durumda hız parametresinin sürtünme katsayısını etkilemediğini aklımızdan çıkarmadan standart sapmanın en düşük olduğu alan olan 10 mm/dk hızda ölçüm yapılmasına karar verilmiştir.

Yük ve kızak alanı parametrelerinin sürtünme katsayısını etkilediği belirtilmiştir. Farklı alanlarda aynı basınçta yapılan sürtünme katsayısı testlerinde sürtünme katsayısında fazla bir değişiklik olmadığı ancak büyük alanda kızak kullanılmasında standart sapmanın daha düşük olduğu görülmüştür. Bu nedenle büyük kızak alanının kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür. Elde edilen ön denemeler sonucu standart sapmanın az olduğu yük değeri ve kızak alanı seçilmiştir. Bu değerler 105g yük değeri ve 3 x 3 cm kızak büyüklüğü olarak tespit edilmiştir.

1) Ölçüm Mesafesinin Belirlenmesi

Ölçüm mesafesi olarak 7 farklı ölçüm mesafesinin değerlerine bakılması düşünülmüştür. Numune üzerinde 80 mm'lik bir mesafede sürtünme testi yapıldığı zaman bizim ölçüm yapmak istediğimiz tüm mesafeleri görme şansına sahip olduğumuz görülmüştür, bu nedenle ki 80 mm ölçüm mesafesini kullanarak, standart sapmasının

en az olduğu bölgeyi ölçüm mesafesi olarak belirlenmesinin daha uygun olacağı düşünülmüştür.

<u>No</u>	<u>Ölçüm Mesafesi</u>
1	0-20 mm arası
2	0-40 mm arası
3	0-60 mm arası
4	0-75 mm arası
5	20-40 mm arası
6	20-60 mm arası
7	40-60 mm arası

Kullanılan materyal her ölçüm bölgesinde farklı karakteristiklere sahiptir. Yani bölgesel olarak sürtünme katsayısında büyük değişmeler olmaktadır. Bunun nedeni olarak hacimli yapısındaki dolgu malzemesinin yerleşimi olabileceği düşünülmektedir. Çünkü bazı bölümlerde kıvrımlılığın fazla olması nedeni ile cihazda okunan kuvvet yalnız sürtünme kuvvetini değil aynı zamanda kızağın kıvrım bölgesini aşma kuvvetini de göstermektedir. Materyali bir bütün olarak değerlendirilme gereksinimi nedeniyle bu değerler de göz önünde tutulmuştur.

Bu durumda ölçüm bölgesi önem kazanmıştır. Bu durumda da sürtünme katsayısı için yapılan sürtünme testlerinde Instron Mukavemet Cihazından farklı bölgelerdeki sürtünme katsayısı değerlerini de hesaplanmıştır.

Bu değerlerden optimum olarak belirlenen bölgelerde ki sürtünme değerleri bu çalışmada kullanılacaktır. Optimum bölgeyi belirlemek amacı ile her bölgenin standart sapması ve varyansı göz önüne alınmıştır. Bu değerlerin hem ıslak hem de kuru numuneler için minimumu sağladığı bölge ölçüm bölgesi olarak değerlendirilmiştir.

Bu değerlendirme sonucu Tablo 'ya göre kuru numuneler için optimum bölge olarak 20mm – 40mm ölçüm aralığı alınabileceği görülmüştür. Ancak ıslak numuneler için bu bölge Tablo 'ya göre standart sapması ve değişim aralığı çok fazla olan bir bölgedir. Bu nedenle kuru numuneler ve ıslak numuneler için standart sapma ve değişim aralığının minimum olduğu bölge olarak 0 -75mm aralığı belirlenmiştir.

Tablo 20. Kuru Numuneler İçin Ölçüm Aralıklarında Ortalama Sürtünme Kuvvetleri (N)

	0-20	0-40	0-60	0-75	20-40	20-60	40-60
1	ORT. 0,3155	0,3411	0,3561	0,3601	0,3208	0,3846	0,3924
	ST. SP 0,0462	0,0463	0,0608	0,0385	0,0559	0,0589	0,0363
	VAR. 0,0014	0,0014	0,0025	0,0010	0,0019	0,0019	0,0010
5	ORT. 0,2826	0,3316	0,3629	0,3657	0,3110	0,3885	0,3953
	ST. SP 0,0109	0,0190	0,0414	0,0389	0,0265	0,0510	0,0756
	VAR. 0,0009	0,00027	0,0013	0,0011	0,0005	0,0019	0,0039
4	ORT. 0,2945	0,3195	0,3349	0,3365	0,312	0,3463	0,3483
	ST. SP 0,0395	0,0193	0,0267	0,0338	0,0422	0,0363	0,0451
	VAR. 0,0012	0,00028	0,00054	0,0009	0,0010	0,0010	0,0019
3	ORT. 0,2959	0,3552	0,3655	0,3671	0,3169	0,3924	0,3747
	ST. SP 0,0189	0,0459	0,0397	0,0263	0,0157	0,0589	0,0334
	VAR. 0,00027	0,0016	0,0012	0,00052	0,0002	0,0029	0,0009

Tablo 21. Islak Numuneler İçin Ölçüm Aralıklarında Sürtünme Kuvvetleri (N)

	0 - 20	0 - 40	0 - 60	0 - 75	20 - 40	20 - 60	40 - 60
1	ORT.	0,4726	0,6573	0,7323	0,8098	0,9153	0,9280
	ST. SP	0,1262	0,2109	0,2754	0,2810	0,3679	0,3326
	VAR.	0,0119	0,0334	0,0569	0,0592	0,1059	0,0866
2	ORT.	0,2809	0,3109	0,3159	0,3499	0,3228	0,3080
	ST. SP	0,0535	0,0280	0,0415	0,0288	0,0491	0,0500
	VAR.	0,0022	0,0006	0,0013	0,0006	0,0019	0,0029
3	ORT.	0,1967	0,2951	0,3271	0,4570	0,3934	0,3797
	ST. SP	0,0927	0,1040	0,0974	0,1402	0,1266	0,1079
	VAR.	0,0065	0,0081	0,0063	0,0131	0,0096	0,0021
4	ORT.	0,2614	0,3212	0,3192	0,3407	0,3806	0,3698
	ST. SP	0,0502	0,0535	0,0136	0,0357	0,0579	0,0442
	VAR.	0,0019	0,0021	0,00014	0,0010	0,0029	0,0019
5	ORT.	0,416	0,4828	0,5653	0,5822	0,5494	0,6328
	ST. SP	0,063	0,0871	0,0380	0,0382	0,1442	0,0746
	VAR.	0,0028	0,0057	0,0011	0,0011	0,0193	0,0039

Tablo 22. Kuru Numuneler İçin Ölçüm Aralıklarında Sürtünme Katsayıları (μ)

	0-20	0-40	0-60	0-75	20-40	20-60	40-60
1	ORT.	0,3063	0,3312	0,3521	0,3723	0,3533	0,3739
	ST. SP	0,0449	0,0449	0,0481	0,0425	0,0708	0,0580
	VAR.	0,0013	0,0014	0,0015	0,0012	0,0038	0,0022
2	ORT.	0,2599	0,2584	0,2701	0,2721	0,2573	0,3250
	ST. SP	0,0268	0,0278	0,0196	0,0152	0,0340	0,0143
	VAR.	0,0005	0,0006	0,0003	0,0002	0,0009	0,0002
3	ORT.	0,2873	0,3449	0,3548	0,3564	0,3949	0,3252
	ST. SP	0,0184	0,0445	0,0385	0,0255	0,0821	0,1190
	VAR.	0,0003	0,0015	0,0011	0,0005	0,0051	0,0106
4	ORT.	0,2860	0,3102	0,3251	0,3279	0,3341	0,2976
	ST. SP	0,0384	0,0188	0,0259	0,032	0,0316	0,0606
	VAR.	0,0011	0,0003	0,0005	0,0008	0,0008	0,0028
5	ORT.	0,2739	0,3220	0,3523	0,3550	0,3704	0,3768
	ST. SP	0,0106	0,0185	0,0402	0,0377	0,027	0,0502
	VAR.	0,00009	0,0003	0,0012	0,0011	0,0006	0,0019

Tablo 23. Islak Numuneler İçin Ölçüm Aralıklarında Sürtünme Katsayıları (μ)

	0-20	0-40	0-60	0-75	20-40	20-60	40-60
1	ORT.	0,4588	0,638	0,7110	0,7862	0,8884	0,8929
	ST. SP	0,1225	0,2046	0,2674	0,2728	0,3574	0,3368
	VAR.	0,0113	0,0314	0,0536	0,0558	0,0958	0,0851
2	ORT.	0,2727	0,3018	0,3067	0,3397	0,3134	0,3062
	ST. SP	0,0519	0,0272	0,0403	0,0279	0,0474	0,0489
	VAR.	0,0020	0,0006	0,0012	0,0006	0,0017	0,0018
3	ORT.	0,1909	0,2865	0,3175	0,4437	0,3822	0,3686
	ST. SP	0,0900	0,101	0,0946	0,1361	0,1228	0,1045
	VAR.	0,0061	0,0077	0,0060	0,0124	0,0113	0,0073
4	ORT.	0,2538	0,3118	0,3099	0,3308	0,3698	0,3593
	ST. SP	0,0487	0,0519	0,0132	0,0347	0,0565	0,0428
	VAR.	0,0018	0,0020	0,0001	0,0009	0,0024	0,0014
5	ORT.	0,4039	0,4687	0,5487	0,5652	0,5531	0,6138
	ST. SP	0,0595	0,0846	0,0371	0,0371	0,1404	0,0722
	VAR.	0,0027	0,0054	0,0010	0,0010	0,0148	0,0039

Tablo 24. Kuru Numuneler İçin Değerlendirme Tablosu

Ölçüm Aralığı (mm)	Standart Sapma	Varyans
0 – 20	0,03574	0,00108
0 – 40	0,03512	0,00108
0 – 60	0,03650	0,00098
0 – 75	0,03492	0,00092
20 – 40	0,03414	0,0086
20 – 60	0,04416	0,00158
40 – 60	0,04592	0,00174

Tablo 25. Islak Numuneler İçin Değerlendirme Tablosu

Ölçüm Aralığı (mm)	Standart Sapma	Varyans
0 – 20	0,07400	0,00502
0 – 40	0,12664	0,01750
0 – 60	0,09332	0,01146
0 – 75	0,12944	0,00474
20 – 40	0,14490	0,02520
20 – 60	0,12104	0,01990
40 – 60	0,13630	0,02122

i) Sürtünme Testleri İçin Tekrar Sayısının Belirlenmesi

Ön denemeler yapıldıktan ve parametreler belirlendikten sonra önemli olan diğer bir husus ise deneylerin tekrar sayısının belirlenmesidir.

Bu sayıyı belirlemek amacı ile tespit etmiş olduğumuz yük ve hızdaki sürtünme katsayısı değerleri kullanılmıştır.

Tekrar sayısını belirlemek için TS 239 numaralı standart kullanıldı. Bu standarda göre;

$$a = \frac{t^2 * V_1^2}{P_a^2} \quad (36)$$

verilmiştir.

Burada;

P= İstenilen Duyarlılık Derecesi (%)

t= İstenilen Güvenlik Derecesine Bağlı Değer

V₁= Bir Numune İçerisindeki Değerin Değişim Katsayısı

a= Tekrar Sayısı

Tablo 26. Güven Aralıkları

S= % İstatistiki Güvenlik	95	99	99,9
T	1,96	2,58	3,29
t ²	3,84	6,66	10,82

TS 239.

Burada yapılan çalışma gereği güven aralığı %99,9 olarak alınmıştır.

Bu durumda

$$t^2 = 10,82$$

$$V_1 = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100 \quad (37)$$

Denklem (37)'ye göre;

$$V_1 = (0,0035 / 0,256) * 100 = 1,37$$

$$P = \%5$$

alınırsa;

Denklem (36)'dan

$$a = 0,8123 \text{ bulunur.}$$

Ancak bu gibi çalışmalarda minimum 3 tekrar olması gerektiği içindir ki, bu çalışmada sürtünme deneyleri 4 tekrarlı yapılmıştır.

3. Pürüzlülük Testleri .

Bu çalışma için kullanılan numunelerin karakteristiği göz önüne alınırsa hacimli bir karakterde olduğu için düzgünsüz bir yüzeye sahiptir.

Bu nedenle pürüzlülük testleri için sadece coverstock tabakasından ölçüm yapılması düşünülmüştür. Sürtünme test parametreleri burada da kullanılmıştır.

İnstron mukavemet cihazında maksimum yer değiştirme miktarı elde edilebilmektedir. Bu değerlerin kuvvet cinsinden değerleri pürüzlülük olarak alınmıştır.

a) Pürüzlülük Testleri İçin Tekrar Sayısının Belirlenmesi

Yapılan ön denemelerden elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak tekrara sayısı TS239 standardına göre belirlenmiştir.

$$t^2 = 10,82$$

$$V_1 = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100$$

$$X_{ORT} = 0,0034$$

$$\sigma = 0,0001$$

olduğu için;

Buradan;

$$V_1 = 4,45$$

$$a = 9$$

bulunmuştur.

6. Sıkıştırma Testleri

a) Sıkıştırma Test Cihazı

Sıkıştırma testlerini yapmak için UTEST Üniversal Test Cihazı kullanılmıştır. Bebek bezlerinde sıkıştırma deneyini yapabilmek için cihazın basma konumunda

uygun parçalar ilave edilmiştir. Alt zemin olarak 50 mm çapında paslanmaz çelik bir parça ve basma (sıkıştırma) parçası olarak da 0 mm çapında paslanmaz çelikten bir parça kullanılmıştır. Cihazda deney yapılırken 5 kg'lık load-cell kullanılmıştır. Bu deney sırasında cihazdaki hassasiyet 0.5 g'dır.

Belirlenen hızda test cihazının alt parçası yukarı doğru hareket ederken numunenin sıkıştırılması sağlanmaktadır. Bu sırada hareket sırasında meydana gelen sıkışma miktarı bilgisayara aktarılmaktadır. Sonuçlar yük – uzama, kuvvet - % uzama v.b. şekilde grafik olarak alınabilir. Biz bu çalışmada kuvvet – uzama grafiğini kullanacağız.

b) Sıkıştırma Test Numunesinin Hazırlanması

Numuneler bebek bezlerinin ağ bölgesinden hazırlanmıştır. Numuneler 2 gün klimalı ortamda kondisyonlanmıştır. Kullanılan alt parça çapında numuneler kesilmiş ve alt parça üzerine yerleştirilerek ölçümler yapılmıştır.

Islak numunelerin hazırlanmasında ise yine 50 mm çapında numuneler bebek bezinin ağ bölgesinden kesilmiştir. %0.9 NaCl çözeltiden 7,5 ml sıvı bir pipet yardımı ile hazırlanan numune üzerine verilmiştir. Numune alt zemin üzerine yerleştirildi ve ölçümler yapılmıştır.

c) Sıkıştırma Parametrelerinin Belirlenmesi

Yapılacak olan sıkıştırma testlerinde bazı parametrelerin belirlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu testler için maksimum yük ve sıkıştırma hızının belirlenmesi gerekmektedir. Bu parametreleri belirlemek amacı ile ön denemeler yapılmış ve bunlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

d) Ön Deneyler İle Karar Verilmesi Gereken Parametreler

Ön deneyler ile maksimum yük, sıkıştırma hızı ve deney tekrar sayısına karar verilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ön denemelerde 5 farklı hız ve 5 farklı yük değerinde çalışılmıştır.

e) Hız Parametresinin Belirlenmesi

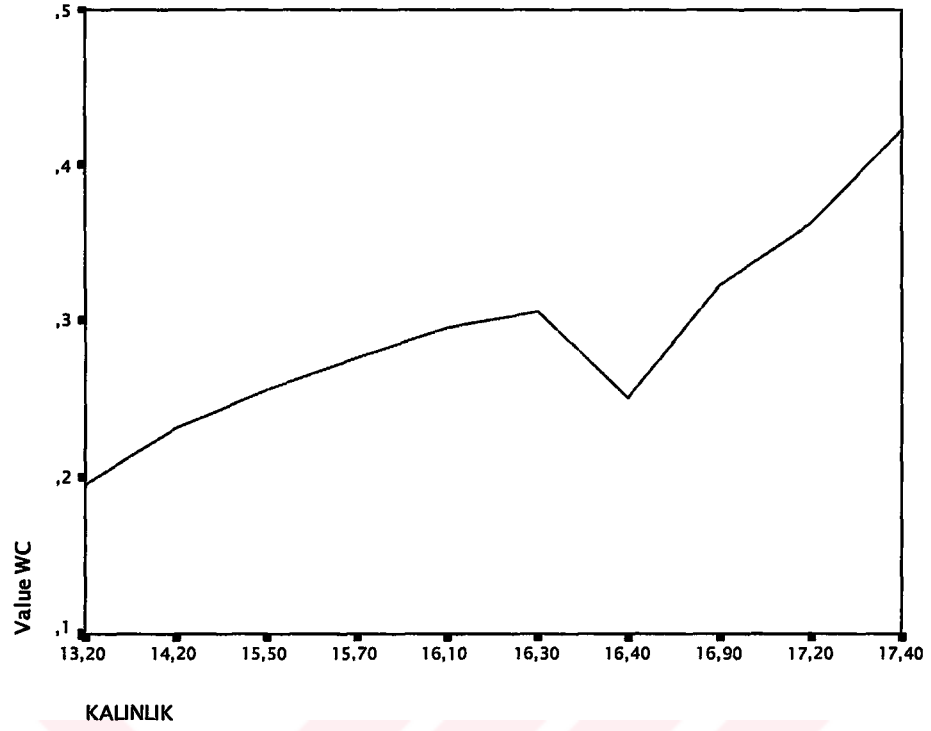
Bu çalışmada literatürde verilen 12 mm/dk 'lık hız maksimum hız olarak alındı ve 5 farklı hızda ölçüm yapıldı. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildi.

No	Hız (mm/dk)
1	12
2	10
3	8
4	6
5	4

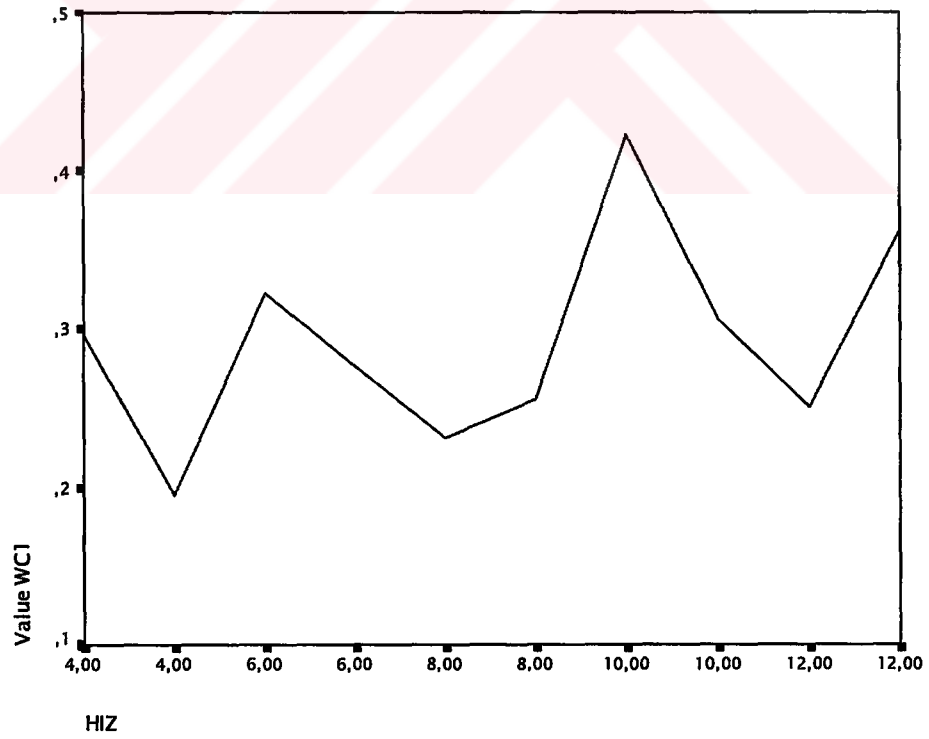
Tablo 27. Farklı Hız Değerlerinde WC, RC ve Kalınlık Değerleri

Hız (mm/dk)	Numune No	WC (J/m ²)	RC (%)	Kalınlık(mm)
12	1	0.3626	47.57	17.2
	2	0.2499	56.70	16.4
10	1	0.3053	47.56	16.3
	2	0.4224	42.42	17.4
8	1	0.2562	51.68	15.5
	2	0.2314	54.75	14.2
6	1	0.2760	48.66	15.7
	2	0.3225	50.54	16.9
4	1	0.1948	50.31	13.2
	2	0.2951	46.46	16.1

Tablodaki değerler sıkıştırma işinin ve kumaş direncinin hızdan çok kalınlıkla ilişkili olduğu izlenimi vermektedir. Bu nedenle öncelikle kalınlık ile sıkıştırma işi ve kumaş direncinin grafik üzerinde bir gösterimine bakılmıştır.



Şekil-19 WC ve Değerlerinin Kalınlık ile Değişimi



Şekil-20 WC ve Değerlerinin Hız ile Değişimi

Grafikler dikkate alındığı zaman kalınlık ile olan ilişki daha lineer görünmektedir. Bu nedenle regresyon analizi yaparak sıkıştırma işi ve kumaş direncinin, kalınlık ve hız ile olan ilişkileri belirlenmiştir.

f) Yük Parametresinin Belirlenmesi

Sıkıştırma deneylerinde maksimum yük değeri önemli bir parametredir. Kullanılan yük değeri sıkışma miktarını oldukça fazla etkileyecektir. Daha önceki çalışmalarda bir bebek hareketi veya oturması sırasında bebek bezinin emici bölgesine 5 kPa'lık basınç uyguladığı belirtilmiştir. Bu çalışmada bu değer maksimum yük olarak kabul edilmiş ve numunelerde sıkıştırma testinde 150 cN maksimum kuvvet kullanılmıştır.

150cN değerinde sıkıştırma işlemi yapılarak grafik üzerinden 15cN, 30cN, 45cN, 60cN, 75cN, 90cN, 105cN, 120cN, 135cN ve 150cN kuvvet değerlerindeki sıkışma miktarları okundu.

Tablo 28'de numunenin kalınlığı, 150 cN kuvvet değerinde kalınlığı, 150cN kuvvet değerinde sıkıştırma işi ve kumaş direnci değerleri verilmiştir.

Tablo 28. Numune Kalınlığı, 150 cN Kuvvet Değerinde Kalınlığı, 150cN Kuvvet Değerinde Sıkıştırma İşi ve Kumaş Direnci Değerleri

Numune No	Kalınlık (mm)	150cN'da Kalınlık (mm)	WC (J/m ²)	RC (%)
1	15.8	14.1	0.7739	53.95
2	18.4	13.7	0.8908	47.01
3	14.6	13.2	0.7723	52.29
4	14.8	13.7	0.7363	53.59
5	15.4	13.9	0.9070	47.09
6	15.9	14.5	0.7535	54.31
7	14.5	13.4	0.7134	56.47
8	14.5	13.4	0.7277	54.00
9	14.1	13.0	0.6879	57.08
10	14.9	14.0	0.7487	53.08

Tablo 29. Farklı Kuvvet Değerlerindeki Sıkışma Miktarı (mm)

Numune No	15 cN	30 cN	45 cN	60 cN	75 cN	90 cN	105cN	120cN	135cN	150cN
1	2.6860	3.6105	4.2209	4.7093	5.1105	5.3721	5.6512	5.8779	6.1221	6.2791
2	5.3727	6.4884	7.2558	7.7674	8.2093	8.5349	8.8372	9.0698	9.2791	9.5116
3	2.3547	3.2965	3.9070	4.3779	4.7442	5.0581	5.2849	5.5290	5.7209	5.8953
4	1.5988	2.4419	3.0669	3.5174	3.8663	4.1715	4.4331	4.6512	4.8547	5.0291
5	1.8067	2.8140	3.4375	3.9651	4.4288	4.7965	5.1163	5.4201	5.6439	5.8997
6	1.8895	2.8198	3.4302	3.8808	4.2442	4.5640	4.8110	5.0581	5.2471	5.4070
7	1.5988	2.4709	3.0523	3.5174	3.8663	4.1570	4.3605	4.6076	4.7820	4.9564
8	1.4971	2.3547	2.9942	3.4738	3.7936	4.0843	4.3459	4.5640	4.7238	4.9128
9	1.5369	2.3705	2.8784	3.3213	3.6339	3.9465	4.1548	4.3502	4.5195	4.7019
10	1.3155	2.0058	2.5398	2.9826	3.3343	3.6469	3.9204	4.1548	4.3893	4.5716

Her yük değerindeki ortalama sıkışma miktarları alındı ve regresyon analizi yapıldı. Analizde bağımlı değişken sıkışma miktarları bağımsız değişken yük ve kalınlık olarak alınıp regresyon analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucu aşağıdaki gibi çıkmıştır.

Varyans analizi sonucunda elde edilen sonuçlar tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. Varyans Analizinden Elde Edilen R^2 ve Düzeltilmiş R^2 Değerleri

R^2	Düzeltilmiş R^2
0.888	0.881

Tablo 31. Varyans Analizi Sonuçları

Hız	Önemli Değil
Yük	Önemli
Kalınlık	Önemli
Hız-yük inter.	Önemli Değil
Hız-kalınlık inter.	Önemli Değil
Yük-alan inter.	Önemli Değil

Tablo 32. Sıkıştırma Miktarı İçin Geriye Doğru Eliminasyon Yöntemine Göre Regresyon Analizi

Model	Model Özeti							
	R ²	Düzeltilmiş R ²			Hata			
	0.882	0.879			0.596254			
	ANOVA							
		SD	KT	KO	F	F Önem		
1	Regresyon	3	255.633	85.211	239.681	0.000		
	Hata	96	34.130	0.356				
	Regresyon Katsayıları (B) Var.-Kovar. Matrisi							
		Yük		Kalınlık	Hız			
	Yük	2.1E-06		-3E-06	1.9E-05			
	Kalınlık	-3E-06		2.6E-03	-3E-04			
	Hız	1.9E-05		-3E-04	1.8E-03			
	Katsayılar							
	Değişken	B	Hata	Beta	Güven Aralığı %95		T	T Önem
	Yük	2.5E-02	0.001	0.629	0.022	0.28	17.084	0.000
	Kalınlık	1.015	0.051	0.702	0.914	1.116	19.888	0.000
	Hız	3.8E-02	0.043	0.033	-0.047	0.122	0.883	0.379
	Sabit	-13.596	0.897		-5.377	-11.815	-15.152	0.000
Model	Model Özeti							
	R ²	Düzeltilmiş R ²			Hata			
	0.881	0.879			0.595579			
	ANOVA							
		SD	KT	KO	F	F Önem		
2	Regresyon	2	255.356	127.678	359.946	0.000		
	Hata	97	34.407	0.355				
	Regresyon Katsayılarının (B) Var.-Kovar. Matrisi							
		Kalınlık		Yük				
	Kalınlık	2.6E-03		-1E-23				
	Yük	-1E-23		1.9E-06				
	Katsayılar							
	Değişken	B	Hata	Güven aralığı %95		Beta	T	T Önem
	Yük	2.4E-02	0.001	0.022	0.027	0.619	17.702	0.000
	Kalınlık	1.020	0.051	0.920	1.121	0.705	20.163	0.000
	Sabit	-13.213	0.784	-4.770	-11.656		-16.843	0.000

Varyans analizi sonuçlarına bakıldığı zaman hızın, kalınlık-yük interaksiyonunun, hız-yük interaksiyonunun, hız-kalınlık interaksiyonunun bir etkisi olmadığı görülmektedir.

Deneysimizi yük ve kalınlık etkilemektedir.

Sıkıştırma miktarı için hız, yük ve numune kalınlığına göre geriye doğru eliminasyon yöntemine göre regresyon analizinde şu noktalar dikkat çekmektedir.

1. Her üç bağımsız değişken modele konularak varyans analizi yapılmıştır. Varyasyon kaynakları regresyon ve hata diye ikiye ayrılmıştır ve varyasyon kaynakları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

2. $R^2= 0.882$ ve düzeltilmiş $R^2= 0.879$ olarak bulunmuştur. Bu değerlerin varyans analizi ile hesaplanan $R^2= 0.888$ ve düzeltilmiş $R^2= 0.881$ değerlerinden düşük olması interaksiyonların etkisinin de incelenmiş olmasındandır.

3. Varyans-Kovaryans matrisi incelendiği zaman hız, kalınlık ve yük değişkenlerinin varyansları sırası ile, $1.8E-03$, $2.6E-03$ ve $2.1E-06$ olduğu ve hız ile aralarında herhangi bir korelasyon olmadığı görülmektedir.

4. İlk etapta yapılan regresyon analizine göre elde edilen denklem şu şekildedir:

$$\text{Sıkıştırma Miktarı} = -13.596 + 0.038 * \text{Hız} + 1.015 * \text{Kalınlık} + 0.025 * \text{Yük}$$

5. %95 güven aralığındaki regresyon katsayılarının hataları tabloda verilmiştir.

6. Regresyon katsayılarının t-testi incelendiği zaman regresyon sabiti, yük ve kalınlık bağımsız değişkenlerinin önem taşıdığı ancak hız bağımsız değişkeninin önem taşımadığı görülmektedir.

7. Regresyon analizinin ikinci etabında hız değişkeni uzaklaştırılmıştır. Tekrar yapılan varyans analizinin sonucundaki F-testinde regresyon varyasyon kaynağı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

8. 2. etapta çıkan $R^2= 0.881$ ve düzeltilmiş $R^2= 0.879$ değerlerinin 1. etapta bulunanlardan çok az düşük olmasının sebebi hız bağımsız değişkeninin etkisi olmamasındandır.

9. İkinci etapta yapılan analiz sonucunda çıkan regresyon katsayılarına göre yazılan denklem şu şekildedir:

$$\text{Sıkıştırma Miktarı} = -13.213 + 1.020 * \text{Kalınlık} + 0.024 * \text{Yük}$$

10. %95 güven aralığındaki regresyon katsayılarının hataları tabloda verilmiştir.
11. Regresyon katsayılarının t-testi incelendiği zaman regresyon sabiti, yük ve alan bağımsız değişkenlerinin önem taşıdığı görülmektedir.
12. Denkleme konulmayan değişken olarak hız belirtilmiş ve t-testi incelendiği zaman istatistiksel olarak önem taşımadığı görülmüştür.

Bu durumda hız parametresinin sıkıştırma miktarını etkilemediği görüldü. Bu nedenle deneylerin hızlı olarak tamamlanabilmesi için çalışabileceğimiz maksimum hız olan 12 mm/sn'lik hızda çalışılmıştır.

Yük ve kalınlık parametrelerinin sıkışma miktarını etkilediği belirtilmiştir. Elde edilen ön denemeler sonucu iki belirlenen yük arasında sıkışma farkının az olduğu yük değerinin çalışma yükü olarak kabul edilmesi düşünülmüştür.

İki yük arasındaki sıkışma miktarlarının farkı aşağıdaki gibidir.

Tablo 33. Farklı Kuvvet Aralıklarında Sıkışma Farkı (mm)

No	15- 30cN	30- 45cN	45- 60cN	60- 75cN	75- 90cN	90- 105cN	105- 120cN	120- 135cN	135- 150cN
1	0.9245	0.6104	0.4884	0.4012	0.2616	0.2791	0.2267	0.2442	0.1570
2	1.1157	0.7674	0.5116	0.4419	0.3256	0.3023	0.2326	0.2093	0.2325
3	0.9418	0.6105	0.4709	0.3663	0.3139	0.2268	0,2442	0.1918	0.1744
4	0.8431	0.6250	0.4505	0.3489	0.3052	0.2616	0.2181	0.2035	0.1744
5	1.0073	0.6235	0.5276	0.4637	0,3677	0.3198	0.3038	0.2238	0.2558
6	0.9303	0.6104	0.4506	0.3634	0.3198	0.2470	0.2471	0.1890	0.1599
7	0.8721	0.5814	0.4651	0.3489	0.2907	0.2035	0.2471	0.1744	0.1744
8	0.8576	0.6395	0.4796	0.3198	0.2907	0.2616	0.2181	0.1598	0.1890
9	0.8336	0.5079	0.4429	0.3126	0.3126	0.2083	0.1954	0.1693	0.1824
10	0.6903	0.543	0.4428	0.3517	0.3126	0.2735	0.2344	0.2345	0.1823

Tablodan görüleceği üzere 135 cN ve 150 cN yük değerlerindeki sıkışma miktarları arasındaki fark 0.1mm civarındadır. Bu değerler bizim çalışmamız için uygun olduğundan 150 cN kuvvet değerinde ölçüm yapılmasına karar verilmiştir.

Deney aparatında maksimum kuvvet 150 cN olarak ayarlandı ancak cihaz 150 cN değerini okuduğu zaman hemen durup tekrar geri hareketine başlayamıyor. Bu

nedenle durana kadar bir miktar daha hareket ediyor ve bu nedenle maksimum yük değerinde bir miktar fazlalık oluyor.

Numune kalınlık değerini belirleme şansımız bulunmamaktadır. Çünkü numuneler herhangi bir kalınlık standartına göre temin edilmemiş piyasadaki bebek bezleri kullanılmıştır.

g) Deney Tekrar Sayısının Belirlenmesi

Denklemler tekrar sayısını belirlemede yük değerlendirmesinde elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. Yük değeri olarak 150 g seçildiği için bu yükteki değerler kullanılmıştır. Deney sonucu elde edilen sıkıştırma işi (WC) ve kumaş direnci (RC) değerleri deney sayısının hesabında kullanılmıştır.

Sıkıştırma grafiğindeki hareket daha düzensizdir, çünkü bu durumda iken hava boşlukları oldukça fazladır ve sıkıştırma işi sırasında bu boşluklar doğrusal olmayan bir şekilde azalır.

WC ile belirlenen deney sayısı:

Burada yapılan çalışma gereği güven aralığı %95 olarak alınmıştır.

Bu durumda

$$t^2 = 3.84$$

$$V_1 = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100 = (0.072237/0.77115) * 100 = 9.3674$$

$$P = \%5$$

alınırsa;

Denklemler (36)'dan

$$a=14$$

4. Isı Transferi Testleri.

a) Isı İletim Katsayısı Test Cihazı

Dokuz Eylöl üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü ısı laboratuvarında bulunan Shoterm QTM-D2 ısı iletim katsayısı ölçme cihazı ile ölçümler yapılmıştır. Bu test cihazı DIN-51046 standardına göre ölçüm yapmaktadır. Bu test cihazı “Hot Wire” yöntemine göre ölçüm yapmaktadır. Bu test cihazında 0.02-10 W/mK ısı iletim katsayısı aralığında ölçüm yapmak mümkündür.

Hot Wire yönteminde ısı iletkenlik;

$$k = \frac{q * \ln(t_2 - t_1)}{4 \pi \Delta T} \quad (38)$$

denklemini ile hesaplanır.

Burada;

q : örnek malzemenin merkezinden geçen telin ısı akışı, kcal/h*m

t : zaman, h

ΔT : sıcaklık farkı, °C ($T_2 - T_1$)

Formülde bazı dönüşümlerle, ($q = 0.85 * I^2$ ve, $V = \eta * T$)

$$k = \frac{K * I^2 * \ln(t_2 - t_1)}{V_2 - V_1} - H \quad (39)$$

Burada;

V_2, V_1 : Voltaj, mV

I : Akım Şiddeti

K, H : Cihaz Sabitleri

denklemini elde edilir.

Isı akısını hesaplamak için;

$$q = \frac{k * \Delta T}{a} \quad (40)$$

kullanılır.

Burada;

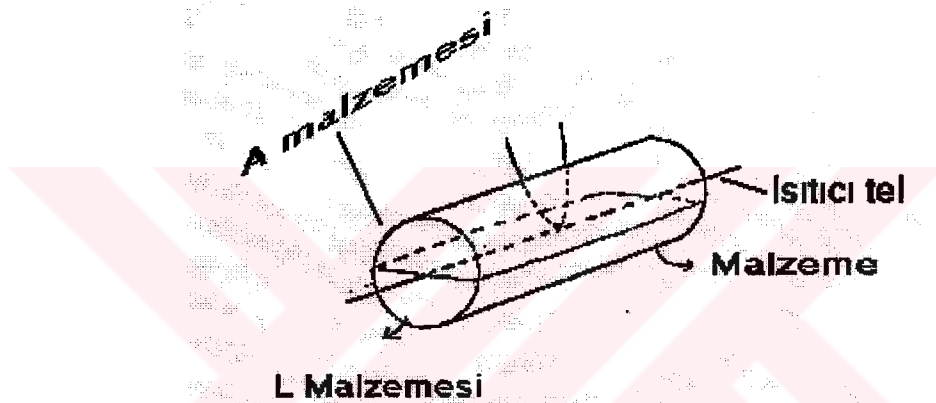
q : Isı Akısı ($W/m^2 * K$)

a : Malzeme Kalınlığı (m)

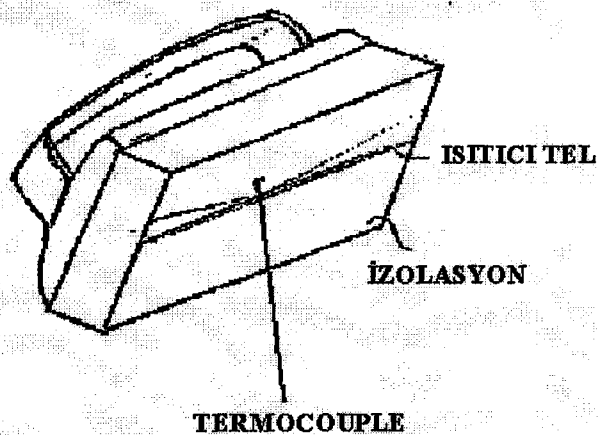
ΔT : Sıcaklık farkı (K) 'dir.

Hot Wire yönteminde; ısıtıcı tel, iki örnek arasına yerleştirilir. Eğer örneklerden biri ısı iletkenliği bilinen iyi yalıtılmış bir malzeme ise diğer plakanın ısı iletkenliği Denklem (39) ile hesaplanabilir.

Her standart QTM probunun farklı K ve H sabitleri vardır. Bu sabitler yerine konduğu zaman denklem p'den ısı iletkenliği cihaz içerisindeki bir mikrobilgisayar tarafından hesaplanır. Birkaç saniye içerisinde malzemenin belirli bir sıcaklık değeri için ısı iletkenliği nümerik olarak ekranda verilir.



Şekil-21 Hot Wire Yöntemi



Şekil-22 Standart QTM Probu

Tablo 34. Shoterm QTM Ölçüm Cihazında Ölçüm Boyutları

Isı İletkenliği (W/mK)	Kalınlık (mm)	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)
0.02 – 0.2	6	50	100
0.2 – 1.0	15	50	100
1.0 – 3.0	20	60	100
3.0 – 10.0	40	100	100

Ön deneme yapılarak malzemenin ısı iletim katsayısı hakkında fikir sahibi olduktan sonra ölçüm için gerekli ayarlar seçilir.

Tablo 35. Shoterm QTM Cihazı İçin Ayar Parametreleri

Isı İletkenliği (W/m*K)	Isıtıcı	Mod
0.02 – 0.05	0.5	Low
0.05 – 0.1	1	Low
0.1 – 0.3	2	Low veya High
0.3 – 2.0	4	High
2.0 – üzeri	8	High

Isı iletim katsayısı hangi aralıkta çıkıyorsa, ısıtıcı ve mod ona göre ayarlanır ve ölçüm bu ayarlarda yapılır.

b) Isı İletim Katsayısı Test Numunelerinin Hazırlanması

Numunelerin ağ bölgesinden 9.5 cm x 4 cm ebadında numune kesilmiştir. Kuru numunelerde direkt ölçüm yapılmıştır. Islak numunelerde ise %0.9 NaCl test çözeltisinden bu boyutlardaki numuneler üzerine ilave edilerek ölçüm yapılmıştır.

c) Isı İletim Katsayısı Parametrelerinin Belirlenmesi

Testlere başlamadan önce numunenin kalınlığının bu cihaz için uygun olup olmadığı ve tekrar sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle ön denemeler yapılmıştır.

d) Ön Denemeler İle Karar Verilmesi Gereken Parametreler

Ön denemeler ile numune kalınlığı, tekrar sayısı ve PE folyenin ölçüme herhangi bir etkisi olup olmadığı belirlenmiştir.

e) Numune Kalınlığının Belirlenmesi

Test örneğinin kalınlığının yeterli olup olmadığını incelemek amacı ile tek kat ve iki kat olarak ölçüm yapılmıştır.

Bu ölçüm sonuçları tablo 36'da tek kat ve iki kat olarak ölçülen ısı iletim katsayısı değerleri verilmiştir.

Tablo 36. Tek ve İki Kat Kuru Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı

Numune	\bar{T}_B ($^{\circ}C$)	\bar{T}_S ($^{\circ}C$)	\bar{K} (W/mK)	σ
Tek kat	20.3	35.7	0.0550	0.0003
İki kat	21.3	35.9	0.0531	0.0003

Tablo 36 incelendiği zaman ortalama ısı iletim katsayılarında ve standart sapmalarında pek fark olmadığı görülmüştür. Bu nedenle tek kat ve çift kat ölçüm yapılmasının bir fark teşkil etmeyeceği görülmüştür.

f) PE Folye Kullanımının Belirlenmesi

Islak numuneler ile test yaparken cihazda herhangi bir problem yaşanmaması için PE folye ile kaplanmasına karar verilmiştir. Ancak bu durumda PE folyenin Isı iletim

katsayısını değiştirip değiştirmediği önemli bir faktör durumuna gelmiştir. Bu amaçla kuru numunelerde hem PE folye kullanılarak hem de kullanılmadan ısı iletim katsayısı ölçülmüş ve aşağıdaki değerler elde edilmiştir.

Tablo 37. PE Folye Kaplanmış Kuru Numunelerin Isı İletim Katsayısı

Numune No	\bar{T}_B ($^{\circ}$ C)	\bar{T}_S ($^{\circ}$ C)	\bar{K} (W/mK)	σ
1	20.9	34.9	0.0562	0.00032

PE folye kullanılmış ve kullanılmamış numuneler için elde edilen ısı iletim katsayısı değerlerinin ortalaması arasında önemli olacak derecede fark olmadiğı için hem ıslak hem de kuru ölçümlerde şartlar aynı olması amacı ile PE folye kullanılmıştır.

g) Isı İletim Katsayısı Ölçümleri İçin Tekrar Sayısı

Isı iletim katsayısı ölçümleri için yapılan ön denemelerde tekrar sayısının belirlenmesi TS 239 numaralı standarda göre yapılmıştır.

Burada;

$$t^2 = 10,82$$

$$P = \%5$$

$$V_1 = 0,55 \text{ alınır};$$

$$a = 0,1309 \text{ bulunur.}$$

Ancak çalışma gereği yine 4 tekrar olarak numune sayısı belirlenmiştir.

5. Kalınlık Ölçümü

Numunelerin kalınlık ölçümünü için UTEST Üniversal Test Cihazı kullanılmıştır. Cihazın sıkıştırma aparatları kullanılmıştır. Minimum ölçüm değeri olan 1g (0.00981 N)'da ölçüm yapılmıştır.

5. Sızıntı Performansı Testleri.

a) Sızıntı Performansı İle İlgili Testler

Bebek bezlerinde önemli unsurlardan birisi de sızıntı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu amaçla çalışma kapsamında;

- Wetback testi (Rewet)
- Emicilik Bölgesi Testi
- Emicilik Kapasitesi ve Su Tutma Kapasitesi

testlerinin yapılması düşünülmüştür. Bu testler ISO 11948-1, ISO 11948-2 ve BS1695'e göre yapılmıştır.

Testlerde saf su veya tuzlu su kullanılmasına ilişkin açıklama BS1695 standardına göre belirlenmiş ve tuzlu su kullanılmasının daha uygun olduğu belirtilmiştir.

b) Wetback Testi

Bu test ile ilgili olarak literatürde pek çok metot bulunmaktadır. Bu çalışmada ise ENG/T8/4-2 kodu ile verilen test metodu kullanılmıştır.

ba) Wetback Testi İçin Numune Hazırlama

Bu test için bebek bezleri bütün olarak kullanılmış ve testler bezin ağ bölgesinde yapılmıştır.

bb) Wetback Testi İçin Çözelti Hazırlama

Bu test için %1'lik NaCl çözeltisi kullanılmıştır. 1.49 kPa (1,05 kg), 115 mm x 60 mm boyutlarında paslanmaz çelik bir parça basınç uygulama da kullanılmıştır. 110 mm çapında kurutma kağıdı kullanılmıştır.

bc) Wetback Testi'nin Yapılışı

25 ml %1 NaCl çözeltisi bir pipetten serbest olarak numune üzerine verilir. 110 mm çapındaki kurutma kağıdı bu bölgeye konur ve 1 dakika süre ile üzerine 1.49kPa'lık basınç uygulanır.

bd) Wetback Testi İçin Tekrar Sayısı

Bu test için de tekrar sayısı TS 239 numaralı standarda göre hesaplandı.

Burada;

$$t^2 = 10,82$$

$$P = \%5$$

$$X_{ORT} = 0,6998 \text{ ml}$$

$$\sigma = 0,0302$$

$$V_1 = 4.4 \text{ verilmiştir.}$$

Buna göre;

a=8 olarak bulunmuştur.

Bu test için tekrar sayısı 8 olarak belirlenmiştir.

c) Emicilik Bölgesi

Emicilik bölgesi testi daha önce yapılan wetback testindeki sıvı dağılan bölgenin ölçüm yolu ile bulunması ile gerçekleştirilir.

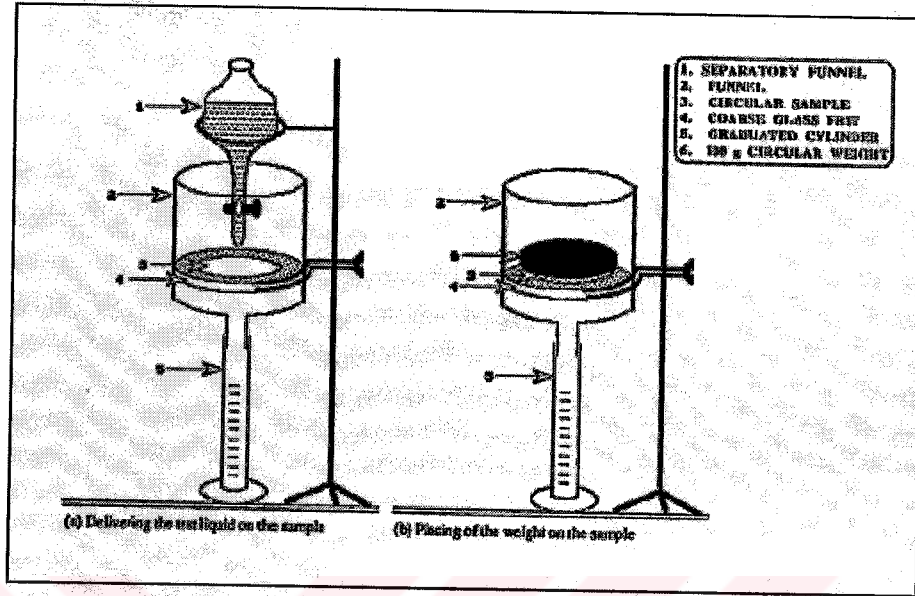
d) Emicilik Kapasitesi Ve Su Tutma Kapasitesinin Ölçümü

Emicilik kapasitesi ve su tutma kapasitesi için TEFO Disk Metodu kullanılmıştır. Bu metot diğer metotlar ile karşılaştırıldığında daha uygun sonuçlar vermiştir.

da) Tefo Disk Metodu

Bu metoda 80 mm çapında bir numune bebek bezinin ağ bölgesinden kesilir. Bu numune 100 Pa basınçta sıkıştırılır. 150 ml %0.9 NaCl çözeltisi 7 ml/s hızla numune

üzerine verilir. Bu basınçta 10 dk. beklenir. Bebek bezi tarafından emilen sıvı miktarı emicilik kapasitesi olarak hesaplanır.



Şekil-23 TEFO Disk Metodu

Edward ve McLean, 2001.

db) Su Tutma Kapasitesi

Emicilik kapasitesi testinde kullanılan numune 5 dakika süre ile 3 kPa basınç altında bekletilir. Daha sonra tartım alınır ve bebek bezi numunesi üzerinde kalan sıvı miktarı su tutma kapasitesi olarak elde edilir.

dc) Emicilik Kapasitesi Ve Su Tutma Kapasitesi Testi İçin Tekrar Sayısı

Bu test için ön denemelerden faydalanılmış ve TS 239 standardına göre tekrar sayısı belirlenmiştir.

Emicilik kapasitesi için;

$$t^2 = 10.82$$

$$P = \%5$$

$$X_{ORT} = 97,33$$

$$\sigma = 2,26$$

$$V_1 = 2$$

$$a = 2$$

Tekrar sayısı 2 olarak hesaplanmış ancak çalışma gereği 4 tekrar yapılmıştır.

Su tutma kapasitesi için;

$$t^2 = 10.82$$

$$P = \%5$$

$$X_{ORT} = 71,30$$

$$\sigma = 1,28$$

$$V_1 = 2$$

$$a = 1$$

Tekrar sayısı 1 olarak hesaplanmış ancak çalışma gereği 4 tekrar yapılmıştır.

III. DENEY PLANI

Burada her deney için farklı parametreler bağımsız değişken olarak alınmış ve incelemeye alınmıştır. Burada amaç, her deney için bağımsız değişkenleri inceleyerek deneydeki bağımlı değişkeni tanımlayan en iyi kombinasyonu tespit etmektir. Bunun sonucunda elde edilen değerlere güvenilirlik artacak ve hesaplanacak olan toplam tutum değeri de daha güvenilir olacaktır.

B) SÜRTÜNME TESTLERİ

Sürtünme testlerinde, sürtünme katsayısı ve sürtünme kuvveti bağımlı değişkenlerine etki eden kızak büyüklüğü, kızak malzemesi, kızak ağırlığı, kızak hızı ve ölçüm mesafesi bağımsız değişkenleri incelenmiştir.

Her faktörün çeşitleri sıralandığı zaman şöyle bir durum ortaya çıkmaktadır:

<u>Bağımsız Değişken</u>	<u>Çeşit</u>	<u>Çeşit</u>
<u>Sayısı</u>		
Kızak Büyüklüğü	2x3 ve 3x3 cm ² Boyutunda.	2
Kızak Malzemesi	Çelik ve Deri Kaplı.	2

Kızak Ağırlığı	50, 70, 85, 105, 120, 140, 175 g.	7
Kızak Hızı	6, 10, 15, 20 mm/dk.	4
Ölçüm Mesafesi	0-20, 0-40, 0-60, 0-75, 20-40, 20-60, 40-60 mm.	7
Ön Deneyler İçin Tekrar Sayısı	5 Tekrar.	5
Sürtünme testinde yapılması gereken ön deney sayısı $2*2*7*4*7*5 = 3920$ adettir.		

Görüldüğü gibi bu deney sayısı oldukça fazladır. Deneyleri etkilemeden yapılması gereken deney sayısını azaltmak gereği ortaya çıkmıştır. Burada çelik ve deri kaplı kızak kullanımı cilde benzemesi açısından deri kaplı kızak olarak kabul edilmiştir. Ölçüm mesafesinde ise 0-75 mm ölçüm mesafesinde sürtünme testleri yapılmıştır. Test cihazının yazılımı gereği istenilen bölgedeki sürtünme kuvveti ve sürtünme katsayısı değeri alınabilmektedir.

Bu kabullerden sonra ön deneylerde tek tek yapılması gereken deney sayısı
 $2*1*7*4*1*5 = 280$ adettir.

C) SIKIŞTIRMA TESTLERİ

Sıkıştırma testlerinde, sıkıştırma işi ve kumaş direnci bağımlı değişkenlerine etki eden sıkıştırma hızı, sıkıştırma yükü ve numune kalınlığı bağımsız değişkenleri incelenmiştir. Ancak kalınlık bağımsız değişkenine etki edemediğimiz için bu değer burada 1 olarak alınmıştır.

Her faktörün çeşitleri sıralandığı zaman şöyle bir durum ortaya çıkmaktadır:

<u>Bağımsız Değişken</u>	<u>Çeşit</u>	<u>Çeşit</u>
<u>Sayısı</u>		
Sıkıştırma Hızı	4, 6, 8 10, 12 mm/dk.	5
Sıkıştırma Yükü	15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 120, 135, 150 g.	10
Numune Kalınlığı	Piyasa Değeri	1
Ön Deneyler İçin Tekrar Sayısı	5 Tekrar.	5

Sıkıştırma testinde yapılması gereken ön deney sayısı

$$5*10*1*5 = 250 \text{ adettir.}$$

Görüldüğü gibi bu deney sayısı oldukça fazladır. Deneyleri etkilemeden yapılması gereken deney sayısını azaltmak gereği ortaya çıkmıştır. Burada sıkıştırma yükü olarak 150 g alındı ve ön deneyler bu değere göre yapılmıştır. Test yapılan cihazın yazılımı gereği istenilen yük değerindeki sıkıştırma işi ve kumaş direnci değerlerini elde edilebilir.

Bu kabullerden sonra ön deneylerde tek tek yapılması gereken deney sayısı

$$5*1*1*5 = 25 \text{ adettir.}$$

D) ISI TRANSFERİ TESTLERİ

Isı transferi testlerinde ısı akısı ve ısı iletim katsayısı bağımlı değişkenlerine etki eden numune kat sayısı ve polietilen folye kullanımı bağımsız değişkenleri incelenmiştir.

Her faktörün çeşitleri sıralandığı zaman şöyle bir durum ortaya çıkmaktadır:

<u>Bağımsız Değişken</u>	<u>Çeşit</u>	<u>Çeşit</u>
<u>Sayısı</u>		
Numune Kat Sayısı	Tek ve İki Kat.	2
PE Folye Kullanımı	PE Folye Kullanılmış, PE Folye Kullanılmamış.	2
Ön Deneyler İçin Tekrar Sayısı	5 Tekrar.	5

Isı transferi testinde yapılması gereken ön deney sayısı

$$2*2*5 = 20 \text{ adettir.}$$

Tablo 38. Deney Planı-1

SUBJEKTİF TUTUM TESTLERİ	Numune		1	2	3	4	5
	Parametre						
SUBJEKTİF TUTUM TESTLERİ	Fukurami		55*5 ^a	55*5 ^a	55*5 ^a	55*5 ^a	55*5 ^a
			50*5 ^b	50*5 ^b	50*5 ^b	50*5 ^b	50*5 ^b
	Koshi		55*5 ^a	55*5 ^a	55*5 ^a	55*5 ^a	55*5 ^a
			50*5 ^b	50*5 ^b	50*5 ^b	50*5 ^b	50*5 ^b
	Nümeri		55*5 ^a	55*5 ^a	55*5 ^a	55*5 ^a	55*5 ^a
			50*5 ^b	50*5 ^b	50*5 ^b	50*5 ^b	50*5 ^b
OBJEKTİF TUTUM TESTLERİ	SURTUNME TESTLERİ	MIU	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}
		MMD	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}
		SMD	9 ^{a,b}	9 ^{a,b}	9 ^{a,b}	9 ^{a,b}	9 ^{a,b}
	SİKİSTİRME TESTLERİ	WC	14 ^{a,b}	14 ^{a,b}	14 ^{a,b}	14 ^{a,b}	14 ^{a,b}
		RC	6 ^{a,b}	6 ^{a,b}	6 ^{a,b}	6 ^{a,b}	6 ^{a,b}
		LC	10 ^{a,b}	10 ^{a,b}	10 ^{a,b}	10 ^{a,b}	10 ^{a,b}
	ISI TRANS. TESTLERİ	K	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}
		Q	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}
	YAPI TESTLERİ	T	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}
		W	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}	4 ^{a,b}
	SIZINTI PERF. TESTLERİ	Rewet	8	8	8	8	8
		Emi.Böl.	4	4	4	4	4
		Su Tut.	4	4	4	4	4
		Kap.					

^a: Kuru Numunelerde ^b: Islak Numunelerde

Tablo 39. Deney Planı-2

	Numune					
	Parametre	1	2	3	4	5
HAM MADDE BELİRLEME TESTLERİ	Coverstock	5	5	5	5	5
	Coverstock Altı	5	5	5	5	5
	Süperabsorban	5	5	5	5	5
	Alt Tabaka	5	5	5	5	5
	Bacak Bantı	5	5	5	5	5

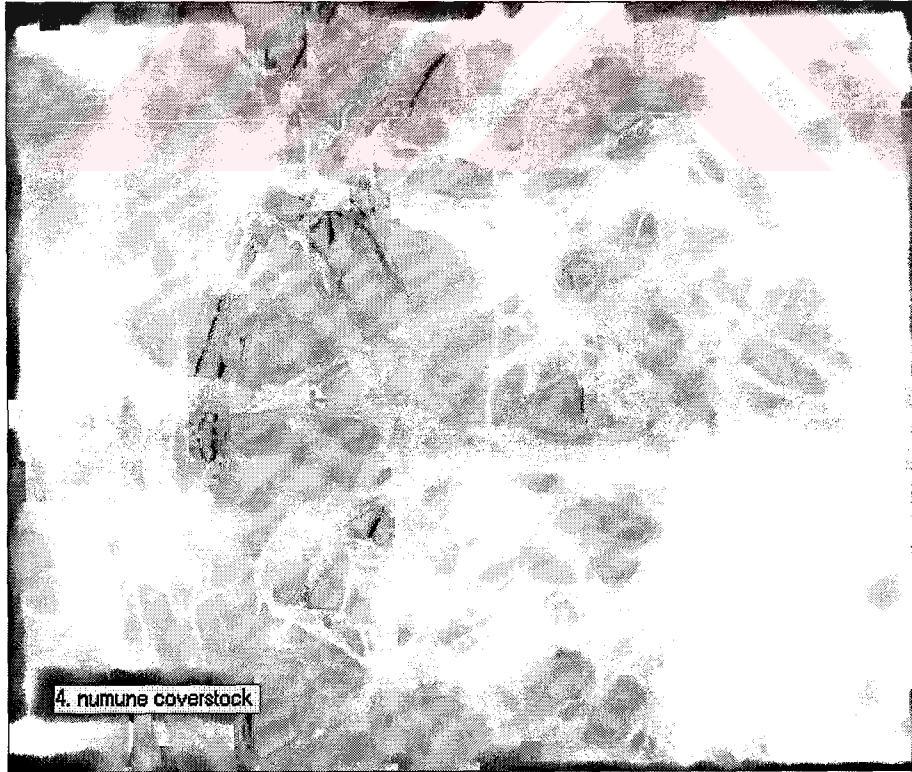
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ

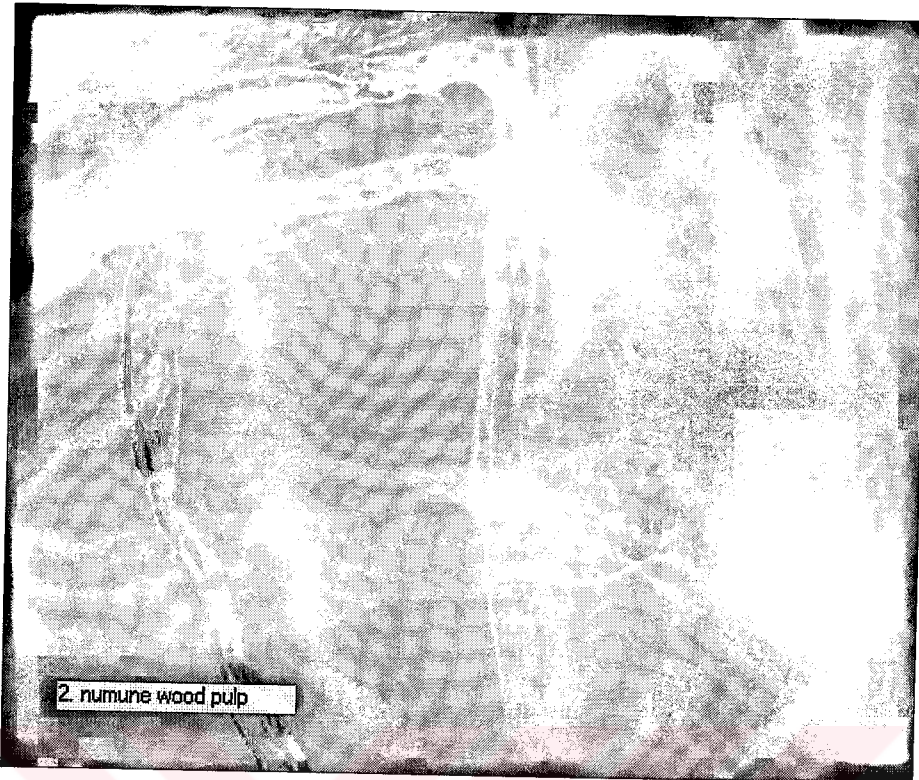
I. DENEY SONUÇLARI

A) KATMANLARIN GÖRÜNÜŞLERİ

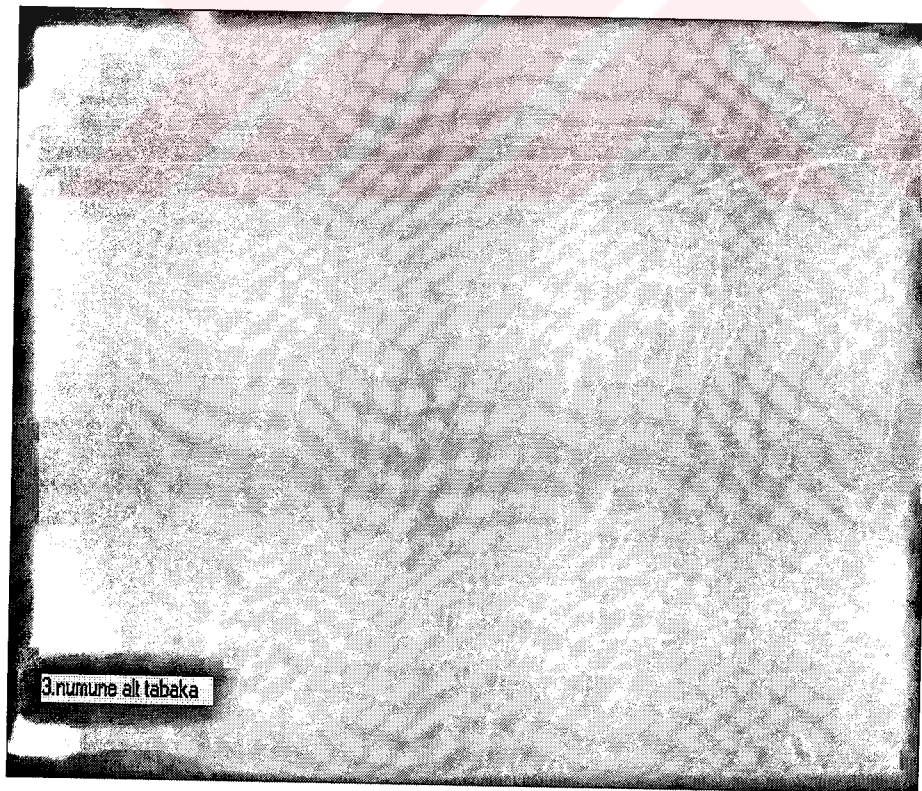
Bebek bezlerinin görüntüleri mikroskopta bakılmış ve şekil 24, 25 ve 26'da verilmiştir.



Şekil-24 Mikroskopta Coverstock Tabakasının Görünüşü



Şekil-25 Mikroskopta Wood Pulp Tabakasının Görünüşü



Şekil-26 Mikroskopta Alt Tabakanın Görünüşü

B) BEBEK BEZLERİNİN OLUŞTUĞU TABAKALAR

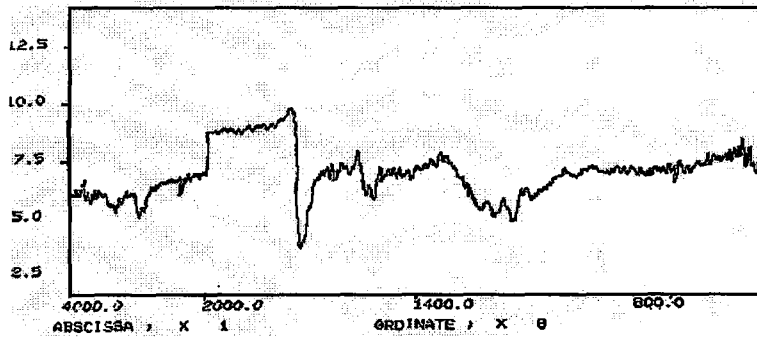
Pikler ve grafiğin görünümünün değerlendirilmesi açısından Şekil-27’de bir örnek infrared çıktısı gösterilmiştir.



Şekil-27 Coverstock Tabakasının İnfrared Çıktısı

Grafikteki pikler değerlendirildiğinde seçmiş olduğumuz ticari bebek bezlerinin hepsinde coverstock tabakasının polipropilen olduğu tespit edilmiştir. Grafik incelendiği zaman 4000- 2000 arasında görülen önemli pik OH grubuna aittir. Polipropilen için karakteristik olan pikler ise 1300-1500 arasında bulunan 2 büyük piktir. Ayrıca 1600 ve 1800’de bulunan pikler de zayıf olsalar da bu polimer için karakteristiktirler.

Bu grafiklerden elde edilen sonuçlara göre ise örneklerimizin coverstock altı tabakalarında farklılık olduğu gözlenmiştir. Burada farklı polimer olarak karşımıza çıkan PES’in infrared grafiği Şekil 28’de gösterilmiştir.

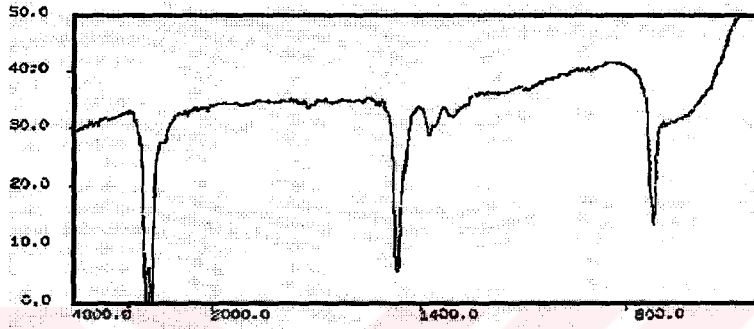


Şekil-28 PES Polimerinin İnfrared Grafiği

Bu grafikte görüldüğü gibi poliester lifi için esas belirleyici pik ve karakter 1700-2000 arasındadır. Burada pek belirgin olarak görülmesine de 1100 civarında önemli bir pik daha mevcuttur.

İnfrared sonucu olarak süperabsorbanları sodyum akrilat esaslı bir polimer olduğu belirlenmiştir.

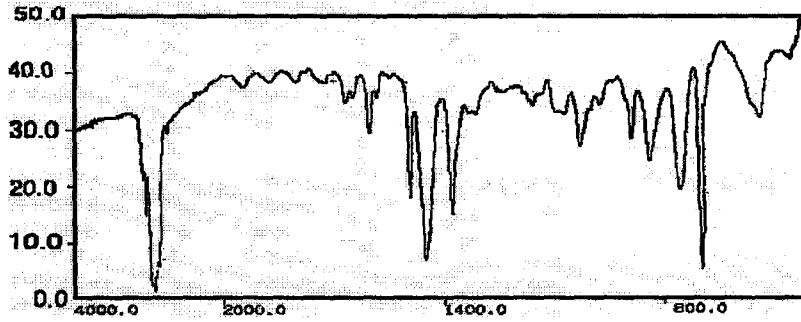
Wood pulp içerisindeki süperabsorban polimerlerin büyüklükleri her bebek bezinde farklıdır. Şekil-29'da alt tabakanın infrared grafiği verilmiştir.



Şekil-29 PE Tabakanın Infrared Grafiği

Bebek bezlerinde kullanılan alt tabaka polietilen olarak bulunmuştur. Bu grafik incelendiği zaman 1470 ve 760 civarında iki önemli pik vardır. Karakteristik olarak bu iki pik gösterilebilir.

Elde edilen piklerin polimer haritasında yapılan değerlendirilmesi sonucu Stiren Butadien Kauçuğu (O-metil Stiren) olduğu belirlenmiştir. Şekil 'de Stiren Butadien Kauçuğu'nun infraredi verilmiştir.



Şekil-30 Stiren Butadien Kauçuğunun Infrared Grafiği

Bel bandı ve bacak bantı olarak kullanılan materyal stiren butadien kauçuğu olarak tespit edilmiştir. Grafik incelendiği zaman 1300-1500 arasında üç önemli piki ve 700 noktasında da önemli bir piki mevcuttur. Bu piklerden 1300-1500 arasında bulunan üç pik kauçuk polimeri için belirleyici 700 noktasındaki pik ise o-metil stireni temsil etmektedir. Tablo 38'de bebek bezlerinin tabakaları toplu olarak gösterilmiştir.

Tablo 40. Bebek Bezlerinin Oluştığı Tabakalar

Kodu	Coverstock	Coverstock Altı	Emici Tabaka	Alt Tabaka	Bel ve Bacak Bandı
1	PP	PP	Wood Pulp+SAP	PE	Stiren Butadien Kauçuk
2	PP	KAĞIT	Wood Pulp+SAP	PE	Stiren Butadien Kauçuk
3	PP	PES	Wood Pulp+SAP	PE	Stiren Butadien Kauçuk
4	PP	PP	Wood Pulp+SAP	PE	Stiren Butadien Kauçuk
5	PP	-	Wood Pulp+SAP	PE	Stiren Butadien Kauçuk

C) SUBJEKTİF DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

Kuru birincil tutum değerlerinde kişilerin verdiği 5 ayrı değerın geometrik ortalaması alınmış ve kuru subjektif değerlendirmeye katılan 55 kişinin o numune için verdiği değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Bu şekilde her numune için subjektif değerlendirmede tek bir rakamsal değere ulaşılmıştır. Tablo 39'da kuru numunelerin subjektif değerlendirme sonuçları verilmiştir.

Tablo 41. Kuru Numunelerin Subjektif Değerlendirme Sonuçları

Numune	Fukurami	Numeri	Koshi
1 (kuru)	5.059399	5.042632	4.140881
2 (kuru)	6.249257	4.812707	5.308664
3 (kuru)	6.879998	4.905138	5.474927
4 (kuru)	5.704776	4.989609	4.796178
5 (kuru)	4.934965	4.576081	3.74276

Islak birincil tutum değerlerinde kişilerin verdiği 5 ayrı değerın geometrik ortalaması alınmış ve yaş subjektif değerlendirmeye katılan 50 kişının o numune için verdiği değerlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Bu şekilde her numune için subjektif değerlendirmede tek bir rakamsal değere ulaşılmıştır. Tablo 40'da ıslak numunelerin subjektif değerlendirme sonuçları verilmiştir.

Tablo 42. Islak Numunelerin Subjektif Değerlendirme Sonuçları

Numune	Fukurami	Numeri	Koshi
1 (ıslak)	6.553305	5.470408	5.21548
2 (ıslak)	6.671447	6.064016	5.559548
3 (ıslak)	7.037945	6.367593	5.818792
4 (ıslak)	6.686588	4.641589	5.531392
5 (ıslak)	6.46168	5.697872	5.434507

Tablo 43. Kuru Numunelerde Subjektif Toplam Tutum Değerleri

Numune	Değer
1	3.078925
2	3.4198711
3	4.342376
4	3.398765
5	2.067891

Tablo 44. Islak Numunelerde Subjektif Toplam Tutum Değerleri

Numune	Değer
1	3.670987
2	3.879615
3	4.987645
4	3.996812
5	2.781234

E) OBJEKTİF ÖLÇÜMLERİN SONUÇLARI

1. Kuru Numunelerin Objektif Ölçüm Sonuçları.

a) Kuru Numunelerde Sürtünme Testlerinin Sonuçları

aa) *Kuru Numunelerde Sürtünme Kuvvetleri*

Instron Mukavemet Cihazında ölçümler yapıldıktan sonra aşağıdaki tablolar elde edilmiştir.

Tablo 45. Kuru Numuneler İçin Statik Sürtünme Kuvveti (N)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.0317	0.006636	3.3E-05
2	0.029752	0.005946	2.65E-05
3	0.036477	0.004172	1.31E-05
4	0.034852	0.003879	1.13E-05
5	0.038199	0.003032	6.8E-06

Tablo 46. Kuru Numuneler İçin Maksimum Sürtünme Kuvveti (N)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.0705	0.116334	0.0002
2	0.043901	0.004357	1.42E-05
3	0.056272	0.007795	4.56E-05
4	0.054975	0.017917	0.000241
5	0.0557	0.00654	3.21E-05

Tablo 47. Kuru Numuneler İçin Sürtünme Kuvveti (N)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.3601	0.0385	0.0010
2	0.2803	0.0157	0.0002
3	0.3671	0.0263	0.00052
4	0.3365	0.0338	0.0009
5	0.3657	0.0389	0.0011

ab) Kuru Numunelerde Sürtünme KatsayılarıTablo 48. Kuru Numuneler İçin Statik Sürtünme Katsayısı (μ)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.26548	0.06320	0.0030
2	0.23548	0.05663	0.00241
3	0.1331	0.03973	0.00118
4	0.31858	0.03695	0.00102
5	0.25908	0.02887	0.00063

Tablo 49. Kuru Numuneler İçin Maksimum Sürtünme Katsayıları (μ)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.671425	0.15556	0.018149
2	0.4181	0.0415	0.001291
3	0.535925	0.074237	0.004133
4	0.523575	0.170635	0.021837
5	0.530475	0.062287	0.00291

Tablo 50. Kuru Numuneler İçin Sürtünme Katsayıları (μ)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.3723	0.0425	0.0012
2	0.2721	0.0152	0.0002
3	0.3564	0.0255	0.0005
4	0.3279	0.032	0.0008
5	0.3550	0.0377	0.0011

ac) Kuru Numunelerde Pürüzlülük Değerleri

Pürüzlülük testleri için değerlendirme yine 0 -75 mm ölçüm aralığında yapılmıştır. Instron mukavemet cihazından elde edilen maksimum yer değiştirme için gerekli olan kuvvet pürüzlülük değeri olarak alınmıştır. Tablo 34'de kuru numunelerin pürüzlülük değerleri verilmiştir.

Tablo 51. Kuru Numuneler İçin Pürüzlülük Değerleri (N)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.00205	0.0012	0.000001
2	0.00425	0.0025	0.000005
3	0.0032	0.0015	0.000002
4	0.00415	0.0037	0.00001
5	0.0076	0.0032	0.000008

b) Kuru Numunelerde Sıkıştırma Testlerinin Sonuçları

Yapılan sıkıştırma testlerinin sonunda sıkıştırma işi, sıkıştırma direnci, maksimum yük değerlerini elde ettik.

ba) Kuru Numunelerde Sıkıştırma İş, Sıkıştırma direnci, Lineerlik ve Maksimum Yük Değerleri

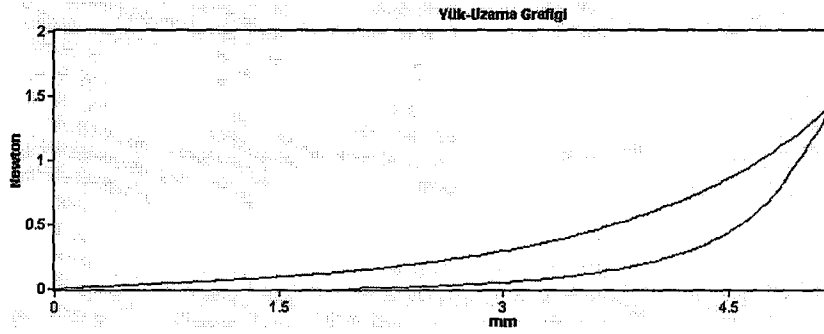
Sıkıştırma işi (WC) değerini bulmak için elde edilen grafikte sıkışma sırasında oluşan eğri alanı hesaplandı. Bu alan hesabı cihaz yazılımı sayesinde kolaylıkla hesaplanmıştır. Başlangıç ve maksimum yük değerleri verilerek bu alan hesaplatılmıştır.

Sıkıştırma direnci (RC) değerini bulmak için elde edilen grafikte gevşeme sırasında oluşan eğri altında kalan alan hesaplatıldı. Bu işlem için de maksimum yük değeri ve kopma noktası tanımlandı ve bu iki değer arasındaki eğri alanı hesaplatılmıştır.

Maksimum yükü belirlemek için ise hesaplamalar da maksimum yük değerinin belirlenmesi seçeneğini vererek bu değere ulaşmak mümkündür. Tablo da WC, RC ve maksimum yük değerleri verilmiştir.

Tablo 52. Kuru Numuneler İçin WC, RC ve Maksimum Yük Değerleri

Numune	WC (J/m ²)		RC (%)		Maksimum Yük (N)	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ
1	0.6732	0.027108	53.12	0.011177	1.5699	0.002854
2	0.5923	0.024209	58.76	0.015393	1.5904	0.003037
3	0.6939	0.031899	51.17	0.008395	1.5699	0.002755
4	0.7184	0.026873	51.24	0,010118	1.5626	0.001966
5	0.6930	0.016234	55.28	0.002988	1.5452	0.000773

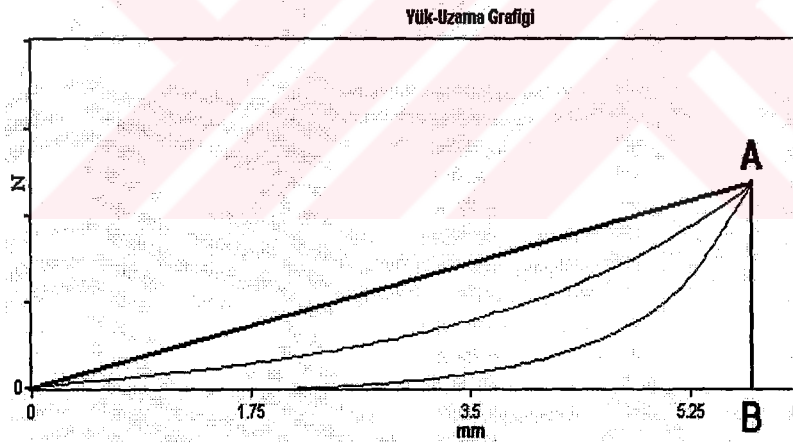


Şekil-31 Kuru Numuneler İçin Histerisis

Lineerlik (LC) değerini hesaplamak için maksimum yük ve maksimum yük altında uzama değerlerine ihtiyaç olduğu daha önce belirtilmiştir. Yine sıkıştırma testinin yapıldığı cihazın yazılımı gereği bu değerlere ulaşabiliyoruz.

Lineerlik değerinin hesaplanmasında geçen alan 0 noktası, maksimum yük değeri ve maksimum yük noktasındaki uzama miktarında oluşan üçgenin alanıdır.

Bu durum şekilde de gösterilmiştir. Şekilde gösterilen A noktası maksimum yük değerini B noktası ise bu değerdeki uzama değerini göstermektedir.



Şekil-32 Kalınlık Değişim Histerisisi

$$LC = WC / A(OAB)$$

LC hesabında kullanılacak olan WC değeri ve A(OAB) değerleri tablo olarak verilmiştir.

Tablo 53. Kuru Numunelerde LC, WC ve A(OAB) Değerleri

Numune	WC (J/m ²)	A(OAB) (J/m ²)	LC (-)
1	0.6732	11.4651	0.0579
2	0.5923	10.8643	0.0545
3	0.6939	12.5680	0.0552
4	0.7184	11.8431	0.0607
5	0.6930	11.6932	0.0592

c) Kuru Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı Testlerinin Sonuçları

Tablo 54. Kuru Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı (W/mK)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.0549	0.0031	0.000008
2	0.0555	0.0008	0.0000005
3	0.0537	0.0008	0.0000006
4	0.0666	0.0013	0.000002
5	0.0504	0.0014	0.000002

Tablo 55. Kuru Numuneler İçin Ortalama Sıcaklıklar (°C)

Numune	Başlama Sıcaklığı	Denge Sıcaklığı	Ortalama Sıcaklık
1	25,83	39,83	33,33
2	27,83	43,17	35,50
3	28,00	43,00	35,50
4	28,00	42,33	35,17
5	27,5	43,83	35,67

Isı akısı değerini hesaplamak için numunelerin ölçüm aparatı altındaki kalınlığını da bilmek gerekmektedir. Bu aparatın ölçüm alanı 4 x 9,5 cm² ve aparatın ağırlığı 840g'dır. Bu nedenle cihazda 0.68 N değerini ayarlanıp ısı iletimi testlerindeki basıncı ayarlandı. Tablo da bu değerdeki numune kalınlıkları verilmiştir.

Tablo 56. Kuru Numunelerin 0.68 N Değerindeki Kalınlıkları

Numune	0.68 N Değerindeki Kalınlık (mm)
1	8.75
2	7.48
3	8.84
4	8.8
5	10.19

Isı akısını hesaplamak için Denklem (40) kullanılır. Tabloda ısı akısı hesabında kullanılacak değerler verilmiştir.

Tablo 57. Isı Akısı Hesabında Kullanılacak Değerler Ve Isı Akısı

Numune	k (W/m*K)	$T_2 - T_1$ (K)	a (m)	q (W/m ² *K)
1	0.0549	7.5	$8.75 \cdot 10^{-3}$	47
2	0.0555	7.67	$7.48 \cdot 10^{-3}$	57
3	0.0537	7.5	$8.84 \cdot 10^{-3}$	46
4	0.0666	7.17	$8.8 \cdot 10^{-3}$	54
5	0.0504	8.17	$10.19 \cdot 10^{-3}$	40

d) Kuru Numunelerde Kalınlık ve Gramaj Değerleri

Tablo 58. Kuru Numunelerin Kalınlık Ve Ağırlık Değerleri

Numune	1	2	3	4	5
Kalınlık(mm)	12.183	10.735	12.661	12.239	13.650
Std. Sapma	1.21323	1.038239	0.49295	1.070902	1.403695
Ağırlık(g/m ²)	924.2128	788.7918	1333.9174	1005.0038	889.1589
Std. Sapma	1.038239	0.763456	0.271234	0.657899	1.546789

2. Islak Numunelerin Değerlendirilmesi.

a) Islak Numuneler İçin Sürtünme Testlerinin Sonuçları

aa) Islak Numuneler İçin Sürtünme Kuvvetleri

Instron Mukavemet Cihazında ölçümler yapıldıktan sonra aşağıdaki tablolar elde edilmiştir.

Tablo 59. Islak Numuneler İçin Statik Sürtünme Kuvveti (N)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.027875	0.015557	0.000182
2	0.024725	0.007906	4.69E-05
3	0.013976	0.005156	1.99E-05
4	0.03345	0.001918	2.76E-06
5	0.027203	0.009901	7.35E-05

Tablo 60. Islak Numuneler İçin Maksimum Sürtünme Kuvveti (N)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.156303	0.052682	0.002082
2	0.085402	0.046146	0.001597
3	0.0702	0.014722	0.000163
4	0.062428	0.015271	0.000175
5	0.095277	0.019231	0.000277

Tablo 61. Islak Numuneler İçin Sürtünme Kuvveti (N)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.8098	0.2810	0.0592
2	0.3499	0.0288	0.0006
3	0.4570	0.1402	0.0131
4	0.3407	0.0357	0.0010
5	0.5822	0.0382	0.0011

ab) Islak Numuneler İçin Sürtünme Katsayıları

Tablo 62. Islak Numuneler İçin Statik Sürtünme Katsayısı (μ)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.30193	0.14816	0.16464
2	0.28335	0.07530	0.0043
3	0.3474	0.04911	0.0018
4	0.33193	0.01827	0.00025
5	0.3638	0.09429	0.00667

Tablo 63. Islak Numuneler İçin Maksimum Sürtünme Katsayıları (μ)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	1.4886	0.5018	0.1888
2	0.81335	0.439485	0.14486
3	0.668575	0.140212	0.014744
4	0.59455	0.14544	0.015865
5	0.9074	0.183156	0.025159

Tablo 64. Islak Numuneler İçin Sürtünme Katsayısı (μ)

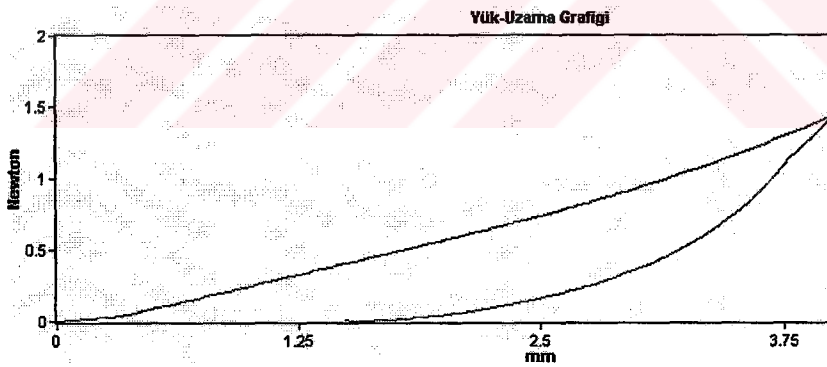
Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.7862	0.2728	0.0558
2	0.3397	0.0279	0.0006
3	0.4437	0.1361	0.0124
4	0.3308	0.0347	0.0009
5	0.5652	0.0371	0.0010

ac) Islak Numuneler İçin Pürüzlülük Değerleri

Tablo 65. Islak Numuneler İçin Pürüzlülük Değerleri (N)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.3673	0.0796	0.0048
2	0.2463	0.1286	0.0124
3	0.2463	0.1286	0.0124
4	0.2075	0.1397	0.0146
5	0.4786	0.0687	0.0035

b) Islak Numuneler İçin Sıkıştırma Değerleri

ba) Islak Numuneler İçin Sıkıştırma İşi, Sıkıştırma direnci, Lineerlik ve Maksimum Yük Değerlerinin Belirlenmesi

Şekil-33 Islak Numune İçin Histerisis

Kuru numunelerde anlatıldığı gibi sıkıştırma işi, sıkıştırma direnci, lineerlik ve maksimum yük değerleri belirlenmiş ve tablo olarak verilmiştir.

Tablo 66. Islak Numuneler İçin WC, RC ve Maksimum Yük Değerleri

Numune	WC (J/m ²)		RC (J/m ²)		Maksimum Yük (N)	
	μ	σ	μ	σ	μ	σ
1	0.7216	0.349141	51.27	0.14407	1.5375	0.014127
2	0.7041	0.293792	39.01	0.119946	1.548018	0,01675
3	0.6346	0.593578	47.29	0.267788	1.553468	0,030362
4	0.7560	0.631452	43.96	0.061508	1.539189	0,015331
5	0.7432	0.429938	58.13	0.179226	1.534775	0.01203

Tablo 67. LC, WC ve A(OAB) Değerleri

Numune	WC (J/m ²)	A(OAB) (J/m ²)	LC (-)
1	0.7216	8.4557	0.0853
2	0.7041	9.0248	0.0780
3	0.6346	8.4807	0.0748
4	0.7560	7.71	0.0981
5	0.7432	8.7	0.0854

c) Islak Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı Değerleri

Tablo 68. Islak Numuneler İçin Isı İletim Katsayısı (W/mK)

Numune	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
1	0.2613	0.0710	0.0042
2	0.3608	0.0192	0.0003
3	0.1577	0.0259	0.0006
4	0.1925	0.0343	0.0010
5	0.2556	0.0786	0.0052

Islak numuneler için denge sıcaklıkları Tablo 67'de verilmiştir.

Tablo 69. Islak Numuneler İçin Sıcaklıklar (°C)

Numune	Başlama Sıcaklığı	Denge Sıcaklığı	Ortalama Sıcaklık
1	26.17	36.17	31.17
2	27.83	43.17	35.50
3	29.00	48.00	38.50
4	28.00	41.67	34.83
5	26.83	42.83	34.83

Kuru numunelerde olduğu gibi ıslak numunelerde de ısı akısını hesaplamak için 0.68 N’da ki kalınlık değerleri ölçülmüştür.

Tablo 70. Islak Numunelerin 0.68 N Değerindeki Kalınlıkları

Numune	0.68 N Değerindeki Kalınlık (mm)
1	12.94
2	11.6
3	15.68
4	13.22
5	14.95

Tablo 71. Islak Numuneler İçin Isı Akısı Hesabında Kullanılacak Değerler ve Isı Akısı

Numune	k (W/m*K)	T ₂ – T ₁ (K)	a (m)	q (W/m ² *K)
1	0.2613	10	12.94*10 ⁻³	201.9
2	0.3608	15.34	11.6*10 ⁻³	477.1
3	0.1577	19	15.68*10 ⁻³	191.1
4	0.1925	13.67	13.22*10 ⁻³	199.1
5	0.2556	16	14.95*10 ⁻³	273.6

Isı akısını hesaplamak için Denklem (40) kullanılır.Tablodaki ısı akısı hesabında kullanılacak değerler verilmiştir.

e) Islak Numuneler İçin Kalınlık ve Gramaj Değerleri

Tablo 72. Islak Numunelerin Kalınlık Ve Gramaj Değerleri (Mm)

Numune	1	2	3	4	5
Kalınlık(mm)	15.533	13.589	15.055	15.289	17.489
Std. Sapma	1.135465	1.067708	0.524730	0.625807	1.14218
Ağırlık(g/m ²)	1198.5676	1105.123	2453.2723	1679.1299	1025.3456
Std. Sapma	1.038239	0.763456	0.271234	0.657899	1.546789

f) Wetback Testlerinin Sonuçları

Wetback testlerinin sonuçları Tablo 71’de verilmiştir.

Tablo 73. Wetback Testlerinin Sonuçları (g)

Numune	Ortalama	Standart sapma	Varyans
1	0.6762	0.0281	0.0005
2	0.7293	0.0552	0.0020
3	0.6951	0.0213	0.0003
4	0.7079	0.0233	0.0004
5	0.6997	0.0302	0.0006

g) Emicilik Kapasitesi Sonuçları

Emicilik kapasitesi testlerinin sonuçları Tablo 72’de verilmiştir.

Tablo 74. Emicilik Kapasitesi Sonuçları (ml)

Numune	Ortalama	Standart sapma	Varyans
1	81.5	0.8660	0.5000
2	75.8333	3.8188	9.7222
3	135.8333	1.4434	1.3889
4	97.3333	2.2546	3.3889
5	81.6667	8.3267	46.2222

h) Su Tutma Testi Sonuçları

Su tutma testi sonuçları Tablo 73'de verilmiştir.

Tablo 75. Su Tutma Testi Sonuçları (g)

Numune	Ortalama	Standart sapma	Varyans
1	67.4079	8.5739	49.0083
2	67.3452	1.0571	0.7449
3	135.1588	1.7045	1.9369
4	93.0432	2.7941	5.2046
5	58.3055	3.2140	6.8867

ı) Emicilik Bölgesi Testi Sonuçları

Emicilik bölgesi testi sonuçları tablo 74'de verilmiştir.

Tablo 76. Emicilik Bölgesi Sonuçları (mm²)

Numune	Ortalama	Standart sapma	Varyans
1	20.9167	0.6291	0.2639
2	36.25	3.2323	6.9650
3	31.6333	4.8583	15.7356
4	25.71	1.1607	0.8982
5	19.0167	3.6614	8.9372

5. Kontrol Kartının Hazırlanması

Literatür çalışmalarında belirtilen kartların hazırlanmasında subjektif değerlendirmelerde verilen notlar kullanılmıştır. Hem kuru hem de ıslak formda iyi olarak değerlendirilen bebek bezinin verilerine göre yatay düzlem normallenmiş ve bezlerin testlerinin sonucu kart üzerinde işaretlenmiştir.

Bu durumda kontrol kartında sınır değerleri elde edilen objektif değerlendirme sonuçlarındaki en küçük ve en büyük değerler tarafından belirlenecektir.

Kuru ve ıslak formda subjektif tutum değerlerinin objektif değerler ile olan korelasyonları tablo olarak verilmiştir.

Subjektif değerlendirme grafikleri incelendiğinde ise hem ıslak hem de kuru formda iyi olarak değerlendirilen bebek bezinin 3 olduğu anlaşılmıştır.

Kart hazırlanırken yatay eksenin bu numune için elde edilen değerlerde $(X - \bar{X})/\sigma$ değerleri ile normallenmesi gerekmektedir.

Tablo 77. Kuru ve Islak Numuneler İçin Parametrelerin Normal Değerleri

		Kuru	Islak
Yüzey	MIU	0,497724	-0,26099
	MMD	-0,47519	0,325708
	SMD	-0,50672	-0,56076
Sıkıştırma	LC	-0,87591	-0,99604
	WC	0,407715	-0,739
	RC	-0,5365	-0,08725
Yapı	T	0,349538	-0,24073
	W	1,660037	1,617097
Isı	Q	-0,41419	-0,63897
	K	-0,4112	-1,13068
Islaklık	Rewet	.....	-0,33795
	Emicilik	.....	1,690645
	Su tutma	.....	0,681749

Kontrol kartında kullanılacak olan her parametre için bu değer Tablo 'da verilmiştir.

Tablo 78. Kuru Numuneler İçin Kontrol Kartı Değerleri

Parametre	1	2	4	5
MIU	0.402534	-2.13418	-0.50656	-0.03544
MMD	1.590198	-0.96347	0.608018	1.141201
SMD	-0.55498	0.506723	0.458464	2.123412
WC	-0.42691	-2.09624	0.504275	-0.0197
RC	0.186707	-0.51484	0.954306	2.056344
LC	1.028245	-0.26658	2.094573	1.523326
K	0.19581	0.293716	2.104962	-0.53848
Q	0.147925	1.627176	1.183401	-0.88755
T	-0.45476	1.83236	-0.40148	0.940918
W	-1.96738	-2.61767	-1.57943	-2.13571

Tablo 79. Islak Numuneler İçin Kontrol Kartı Değerleri

Parametre	1	2	4	5
MIU	1,808785	-0,54924	-0,59624	0,641656
MMD	1,295063	-1,02506	-0,96064	-0,9379
SMD	1,078728	0	-0,34591	2,070979
WC	1,602748	-0,24252	0,337491	0,997261
RC	0,278584	-0,64612	-0,55627	1,660083
LC	0,988344	0,002959	2,112807	1,876078
K	1,332936	2,613121	0,447743	1,259599
Q	0,08909	2,309237	0,065993	0,680549
T	0,342473	-1,05034	0,167654	1,743888
W	-2,11135	-2,2686	-1,30269	-2,40284
Rewet	-0,33795	1,767264	0,661432	0,237702
Su Tutma	-2,2188	-2,45021	-1,57222	-2,21199
Emicilik Böl.	-1,48257	0,638688	-0,81945	-1,74542

II. DEĞERLENDİRME

A) SUBJEKTİF SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Subjektif değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması için Fuzzy Kapsamlı Değerlendirme Tekniği kullanılmıştır. Bu tekniğe göre elde edilen Fuzzy Dönüştürme Matrisleri ve Ağırlıklı Faktör Vektörü elde edilmiştir.

Ağırlıklı Faktör Vektörü : Subjektif değerlendirmede Ağırlıklı Faktör Vektörü tutum değeri üzerine her bir birincil tutum değerinin yüzdesi ile belirlenir. Bunun için her bir birincil tutum değerinin ortalaması alınır ve %'si bulunarak Ağırlıklı Faktör Vektörü (A_s) oluşturulur.

Fuzzy Dönüşüm Matrisi : Subjektif değerlendirmelerde Fuzzy Dönüşüm matrisi her bir tutum değerine verilen subjektif değerlerin %'si kullanılarak oluşturulur.

Fuzzy dönüştürme matrisinde ilk satır fukurami birincil tutum değerini, 2. satır numeri birincil tutum değerini, 3. satır ise koshi birincil tutum değerini temsil etmektedir. Aynı matrisde bulunan ilk sütun 10 ve 9 (mükemmel) değerlerini veren kişilerin yüzdesini , 2. sütun 8 ve 7 (iyi) değerlerini veren kişilerin yüzdesini , 3. sütun 6 ve 5 (orta) değerlerini veren kişilerin yüzdesini , 4. sütun 4 ve 3 (kötü) değerlerini veren kişilerin yüzdesini , son sütun ise 2 ve 1 (çok kötü) değerlerini veren kişilerin yüzdesini temsil etmektedir.

Ağırlıklı faktör vektöründe ilk sütun fukurami birincil tutum değerini, 2. sütun numeri birincil tutum değerini ve son sütun ise koshi birincil tutum değerini temsil etmektedir.

1. Kuru Numunelerin Değerlendirilmesi.

Tablo 80. Kuru Numunelerde A_s İçin Birincil Tutum Değeri Sonuçları

Özellik	Değer	Önem Yüzdesi (%)
Fukurami	5.7657	37.62
Numeri	4.8652	31.75
Koshi	4.6927	30.62
Toplam	15.3236	100

Tablo 81. Kuru Numunelerde Subjektif Değerlendirme Yüzdesi

Numune No	Özellik	Mükemmel	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü
1	Fukurami	0	0.30	0.53	0.17	0
	Numeri	0	0.09	0.40	0.40	0.11
	Koshi	0	0.27	0.60	0.08	0.05
2	Fukurami	0.04	0.35	0.50	0.11	0
	Numeri	0.06	0.28	0.55	0.11	0
	Koshi	0	0.54	0.27	0.11	0.02
3	Fukurami	0.06	0.4	0.49	0.05	0
	Numeri	0.12	0.45	0.33	0.10	0
	Koshi	0.19	0.52	0.24	0.05	0
4	Fukurami	0.05	0.35	0.43	0.17	0
	Numeri	0.07	0.30	0.51	0.11	0.01
	Koshi	0.01	0.60	0.38	0.01	0
5	Fukurami	0	0.25	0.50	0.20	0.05
	Numeri	0	0.08	0.35	0.45	0.12
	Koshi	0	0.17	0.45	0.35	0.03

Önem yüzdesi bulunurken toplam içindeki birincil tutum değerinin %'si alınmıştır.

1. Kuru numune İçin:

$$A_s = | 0.38 \quad 0.32 \quad 0.30 |$$

$$R_{s1} = \begin{vmatrix} 0 & 0.30 & 0.53 & 0.17 & 0 \\ 0 & 0.09 & 0.40 & 0.40 & 0.11 \\ 0 & 0.27 & 0.60 & 0.08 & 0.05 \end{vmatrix}$$

1.numune için değerlendirme vektörü

$$B = A_s * R_s \text{ eşitliğinden;}$$

$$B_1 = | 0 \quad 0.22 \quad 0.51 \quad 0.22 \quad 0.05 |$$

olur.

2. Kuru numune için:

$$A_s = | 0.38 \quad 0.32 \quad 0.30 |$$

$$R_{s1} = \begin{vmatrix} 0 & 0.30 & 0.53 & 0.17 & 0 \\ 0 & 0.09 & 0.40 & 0.40 & 0.11 \\ 0 & 0.27 & 0.60 & 0.08 & 0.05 \end{vmatrix}$$

1.numune için değerlendirme vektörü

$$B = A_s * R_s \text{ eşitliğinden;}$$

$$B_1 = | 0 \quad 0.22 \quad 0.51 \quad 0.22 \quad 0.05 |$$

olur.

3. Kuru numune için:

$$R_{s2} = \begin{vmatrix} 0.04 & 0.35 & 0.50 & 0.11 & 0 \\ 0.06 & 0.28 & 0.55 & 0.11 & 0 \\ 0 & 0.54 & 0.27 & 0.11 & 0.02 \end{vmatrix}$$

2.kuru numune için değerlendirme vektörü:

$$B = A_s * R_s \text{ eşitliğinden;}$$

$$B_2 = | 0.03 \quad 0.35 \quad 0.45 \quad 0.11 \quad 0.006 |$$

olur.

3.Kuru numune için:

$$R_{s3} = \begin{vmatrix} 0.06 & 0.40 & 0.49 & 0.05 & 0 \\ 0.12 & 0.45 & 0.33 & 0.10 & 0 \\ 0.19 & 0.52 & 0.24 & 0.05 & 0 \end{vmatrix}$$

3.kuru numune için değerlendirme vektörü:

$$B = A_s * R_s \text{ eşitliğinden;}$$

$$B_3 = | 0.12 \quad 0.45 \quad 0.36 \quad 0.07 \quad 0 |$$

olur.

4. kuru numune için:

$$R_{S4} = \begin{pmatrix} 0.05 & 0.35 & 0.43 & 0.17 & 0 \\ 0.07 & 0.30 & 0.51 & 0.11 & 0.01 \\ 0.01 & 0.60 & 0.38 & 0.01 & 0 \end{pmatrix}$$

4.kuru numune için değerlendirme vektörü:

$$B = A_S * R_S \text{ eşitliğinden;}$$

$$B_4 = | 0.04 \quad 0.41 \quad 0.44 \quad 0.10 \quad 0.003 |$$

olur.

5.kuru numune için:

$$R_{S5} = \begin{pmatrix} 0 & 0.25 & 0.50 & 0.20 & 0.05 \\ 0 & 0.08 & 0.35 & 0.45 & 0.12 \\ 0 & 0.17 & 0.45 & 0.35 & 0.03 \end{pmatrix}$$

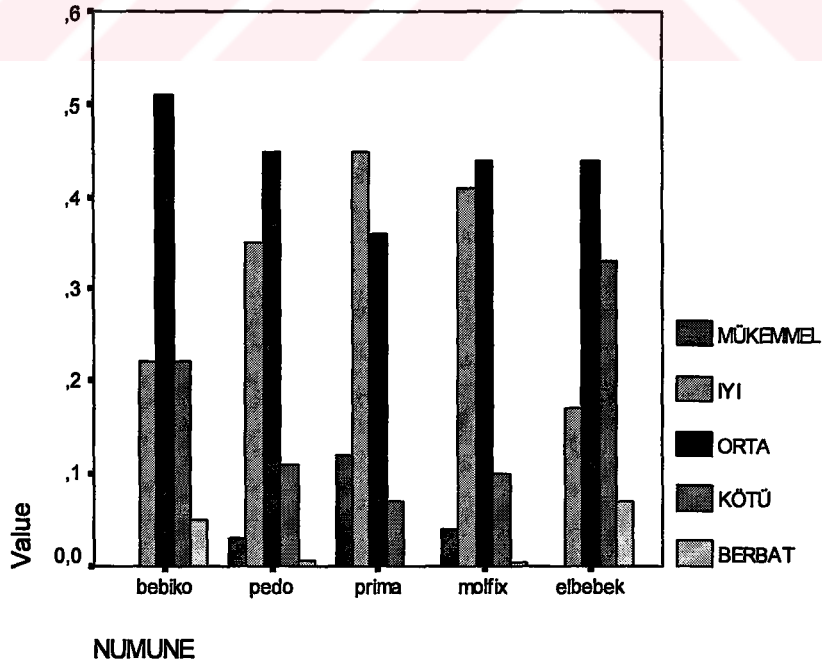
5.kuru numune için değerlendirme vektörü:

$$B = A_S * R_S \text{ eşitliğinden;}$$

$$B_5 = | 0 \quad 0.17 \quad 0.44 \quad 0.33 \quad 0.07 |$$

olur.

Elde edilen bu değerlendirme vektörlerinden elde edilen grafik şekil 34'de gösterilmiştir.



Şekil-34 Kuru Numuneler İçin Subjektif Değerlendirme Grafiği

Grafiğe göre 3. numunenin en iyi olarak değerlendirilebileceği, 5. numunenin ise en kötü olarak değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır.

2. Islak Numunelerin Değerlendirilmesi.

Tablo 82. Islak Numunelerde Subjektif Değerlendirme Yüzdesi

Numune No	Özellik	Mükemmel	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü
1	Fukurami	0	0.35	0.55	0.10	0
	Numeri	0	0.10	0.75	0.15	0
	Koshi	0	0.08	0.70	0.22	0
2	Fukurami	0.05	0.43	0.45	0.07	0
	Numeri	0	0.20	0.70	0.10	0
	Koshi	0	0.18	0.67	0.15	0
3	Fukurami	0.03	0.78	0.17	0.02	0
	Numeri	0.03	0.45	0.48	0.02	0.02
	Koshi	0.10	0.28	0.55	0.07	0
4	Fukurami	0.03	0.43	0.39	0.05	0.10
	Numeri	0	0.25	0.73	0.02	0
	Koshi	0	0.17	0.73	0.10	0
5	Fukurami	0	0.25	0.50	0.17	0.08
	Numeri	0.10	0.38	0.40	0.12	0
	Koshi	0.09	0.40	0.44	0.07	0

1.ıslak numune için:

$$R_{S1} = \begin{vmatrix} 0 & 0.35 & 0.55 & 0.10 & 0 \\ 0 & 0.10 & 0.75 & 0.15 & 0 \\ 0 & 0.08 & 0.70 & 0.22 & 0 \end{vmatrix}$$

$$A_S = \begin{vmatrix} 0.38 & 0.32 & 0.30 \end{vmatrix}$$

1.ıslak numune için değerlendirme vektörü;

$$B_1 = | 0 \quad 0.19 \quad 0.66 \quad 0.15 \quad 0.07 |$$

2. ıslak numune için:

$$R_{s2} = \begin{vmatrix} 0,05 & 0.43 & 0.45 & 0.07 & 0 \\ 0 & 0.20 & 0.7 & 0.10 & 0 \\ 0 & 0.18 & 0.67 & 0.15 & 0 \end{vmatrix}$$

2. ıslak numune için değerlendirme vektörü;

$$B_2 = | 0.02 \quad 0.28 \quad 0.60 \quad 0.10 \quad 0 |$$

3. ıslak numune için:

$$R_{s3} = \begin{vmatrix} 0,03 & 0.78 & 0.17 & 0.02 & 0 \\ 0,03 & 0.45 & 0.48 & 0.02 & 0,02 \\ 0 & 0.28 & 0.55 & 0.07 & 0 \end{vmatrix}$$

3. ıslak numune için değerlendirme vektörü;

$$B_3 = | 0 \quad 0.17 \quad 0.44 \quad 0.33 \quad 0.07 |$$

4. ıslak numune için:

$$R_{s4} = \begin{vmatrix} 0,03 & 0.43 & 0.29 & 0.05 & 0.01 \\ 0 & 0.25 & 0.73 & 0.02 & 0 \\ 0 & 0.17 & 0.73 & 0.10 & 0 \end{vmatrix}$$

4. ıslak numune için değerlendirme vektörü;

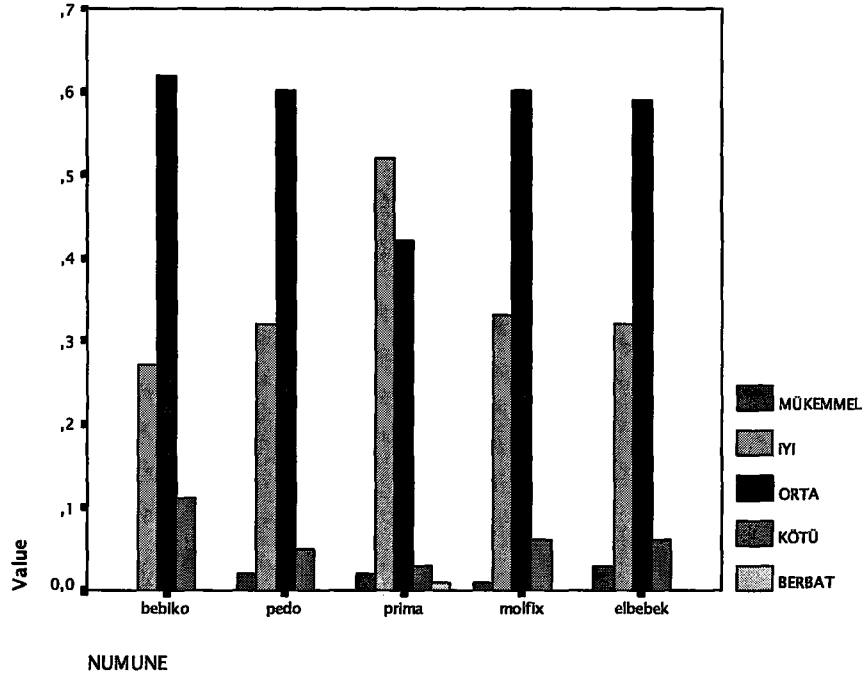
$$B_4 = | 0 \quad 0.17 \quad 0.44 \quad 0.33 \quad 0.07 |$$

5. ıslak numune için:

$$R_{s5} = \begin{vmatrix} 0 & 0.25 & 0.50 & 0.17 & 0.08 \\ 0 & 0.38 & 0.40 & 0.30 & 0.02 \\ 0 & 0.40 & 0.70 & 0.07 & 0.03 \end{vmatrix}$$

5. ıslak numune için değerlendirme vektörü;

$$B_5 = | 0 \quad 0.17 \quad 0.44 \quad 0.33 \quad 0.07 |$$



Şekil-35 Islak Numuneler İçin Subjektif Değerlendirmelerin Grafiği

Islak numunede için grafik değerlendirildiğinde genel olarak orta değer baskın görünürken 3. numunenin iyi olarak değerlendirilmesinin daha yüksek değerde olduğu görülmektedir.

B) OBJEKTİF SONUÇLAR İLE TUTUM DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI

1. Kuru Numunelerde Birincil Tutum Değerlerinin Ve Toplam Tutum Değerlerinin Hesaplanması.

Birincil tutum değerinin ve toplam tutum değerinin hesaplanması için subjektif değerlendirme sonuçlarından yararlanılmıştır. Birincil tutum değerlerinin hesaplanabilmesi için ölçüm yapılan mekanik parametreler ile geriye doğru eliminasyon yöntemine göre regresyon analizi yapıldı. Bu şekilde birincil tutum değeri hesaplamada kullanılan Kawabata formülündeki katsayılarla ulaşılır.

Tablo 83. Kuru Numuneler İçin Birincil Tutum Değerlerinde Kullanılan Katsayılar

PARAMETRE	FUKURAMİ	KOSHİ	NUMERİ
MIU	-0.380	-0.820	0.155
MMD	-0.788	0.062	0.159
SMD	-0.354	184.382	-73.101
WC	-0.222	0.015	0.133
RC	-0.657	0.029	0.253
LC	-0.688	0.011	0.215
K	0.099	0.009	10.528
Q	0.413	0.020	-0.196
T	-0.405	-0.879	0.155
W	0.610	0.038	0.014
SABİT	5.766	10.998	4.584

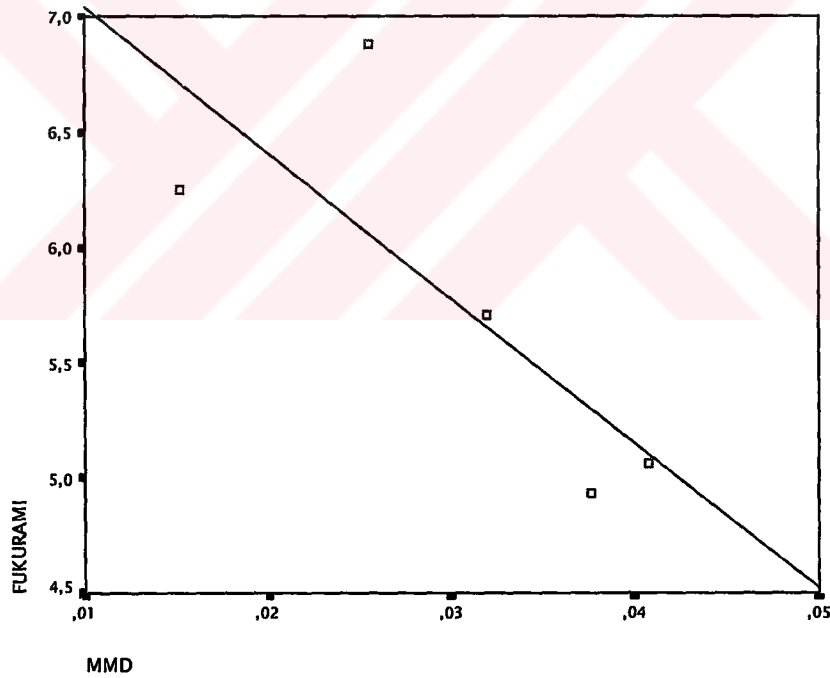
Tablo 84. Kuru Numunelerin Objektif Ölçüm Sonuçlarının Toplu Gösterimi

Parametre	1	2	3	4	5	Ortalama	Std.Sapma
MIU	0.3723	0.2721	0.3564	0.3279	0.3550	0.33674	0.0395
MMD	0.0408	0.0152	0.0255	0.0320	0.0377	0.0324	0.010234
SMD	0.00205	0.0043	0.0032	0.0042	0.0076	0.00427	0.002072
WC	0.6732	0.5924	0.6939	0.7184	0.6930	0.6742	0.0485
RC	53.12	58.75	51.17	51.23	55.28	53.74	3.1866
LC	0.0579	0.0545	0.0552	0.0607	0.0592	0.0575	0.262583
K	0.0549	0.0555	0.0537	0.0666	0.0504	0.05622	0.006128
Q	46.99	57	46	54	40	48.798	6.760845
T	12.18	10.74	12.66	12.24	13.65	12.294	1.049228
W	923.97	788.86	1333.83	1005.08	889.20	988.188	208.2114

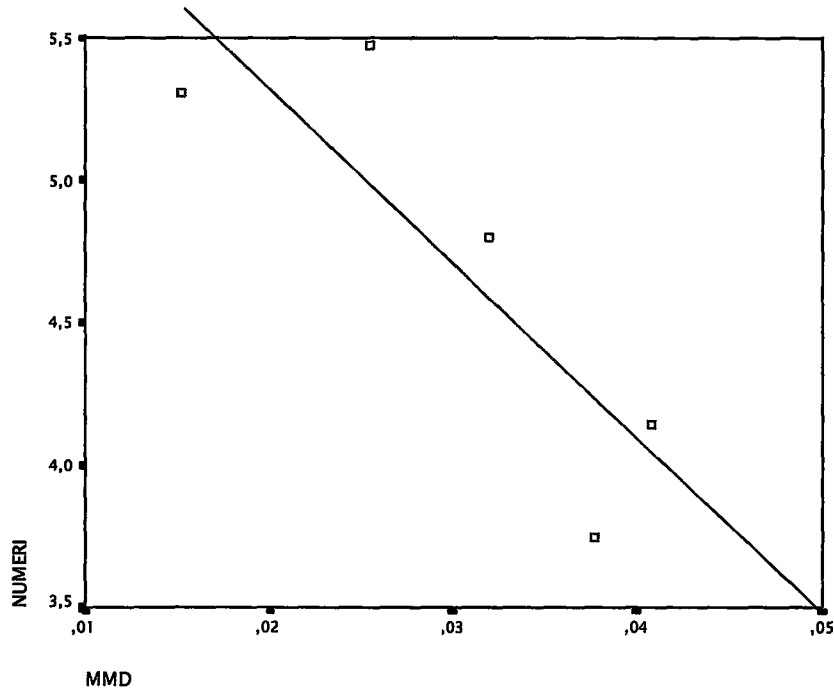
Bu değerler kullanılarak numunelerin birincil tutum değerleri hesap yolu ile de bulunur. Bu hesaplanan tutum değerleri daha sonra toplam tutum değerini hesaplama da kullanılacaktır.

a) Mekanik Parametrelerin İncelenmesi

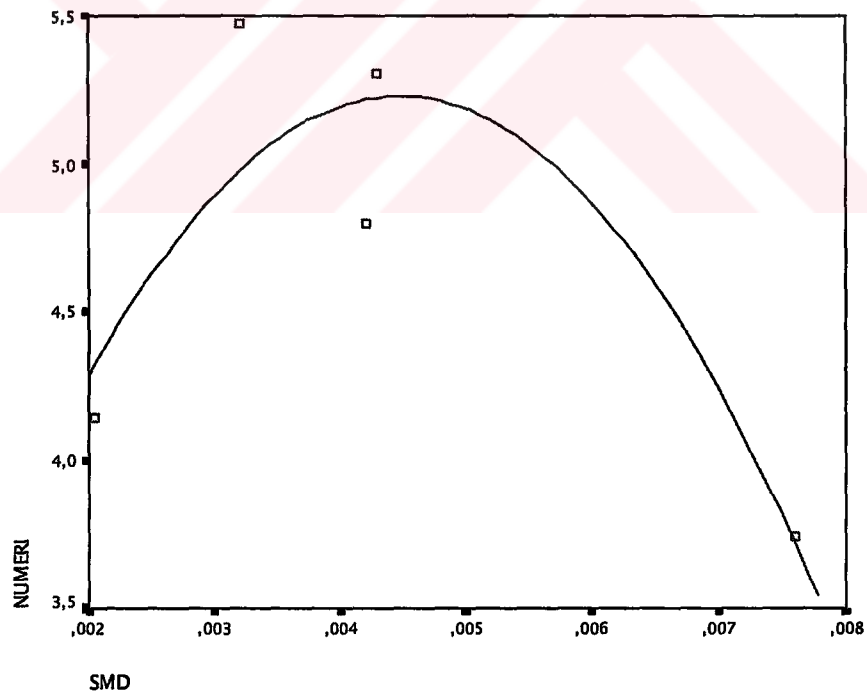
Hesaplamaya başlamadan önce her parametrenin nasıl bir dağılım gösterdiğine bakarak eğri tahmini yapılmıştır. Bu şekilde parametrenin her bir birincil tutum değerini logaritmik mi yoksa lineer olarak mı etkilediği tespit edilmiştir. Bu şekilde bazı parametrelerin logaritmaları kullanılıp lineer hale dönüştürölüp o şekilde kullanılmıştır. Bu durumda birincil tutum değerlerinin gerçeğe daha yakın olarak hesaplanması sağlanmıştır.



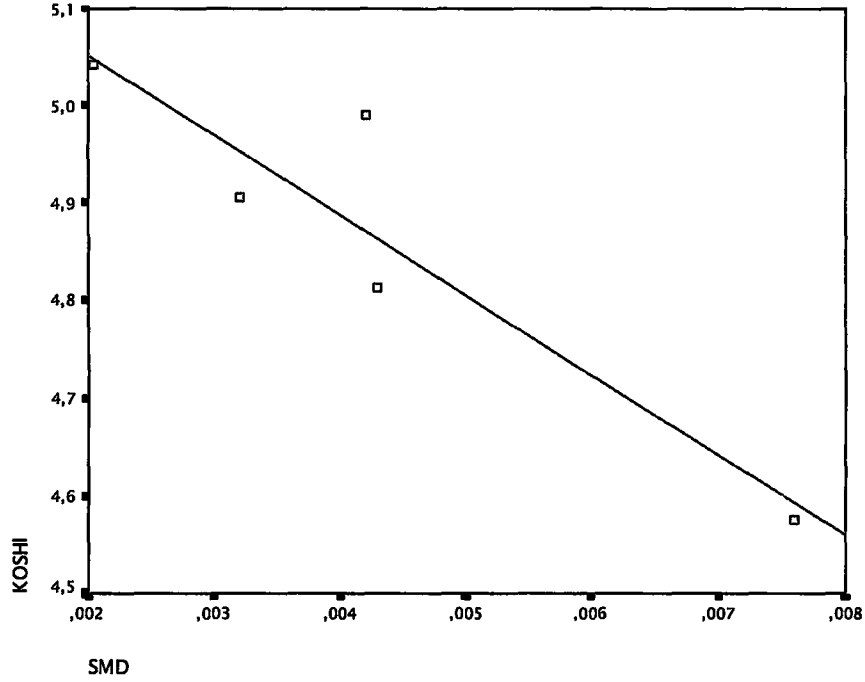
Şekil-36 MMD Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki (Fukurami = 7.6654 – 62.820*MMD)



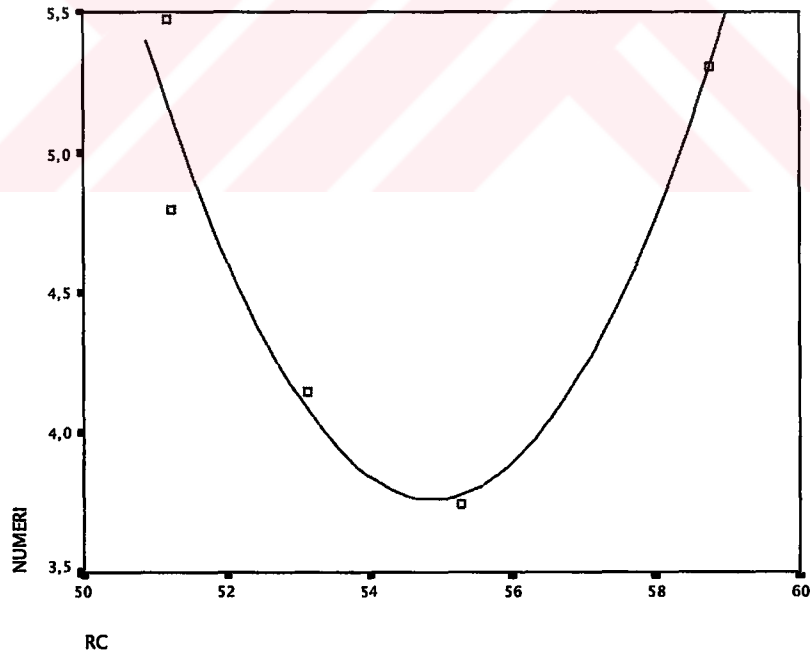
Şekil-37 MMD Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Numeri} = 6.5481 - 61.355 \cdot \text{MMD}$)



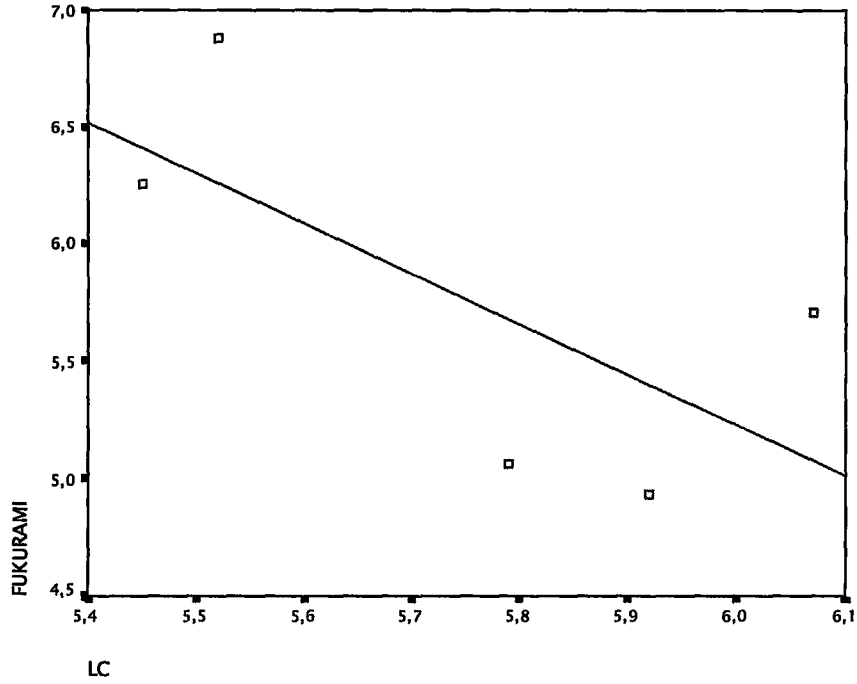
Şekil-38 SMD Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Numeri} = 2.1261 + 1388.94 \cdot \text{SMD} - 155270 \cdot \text{SMD}^2$)



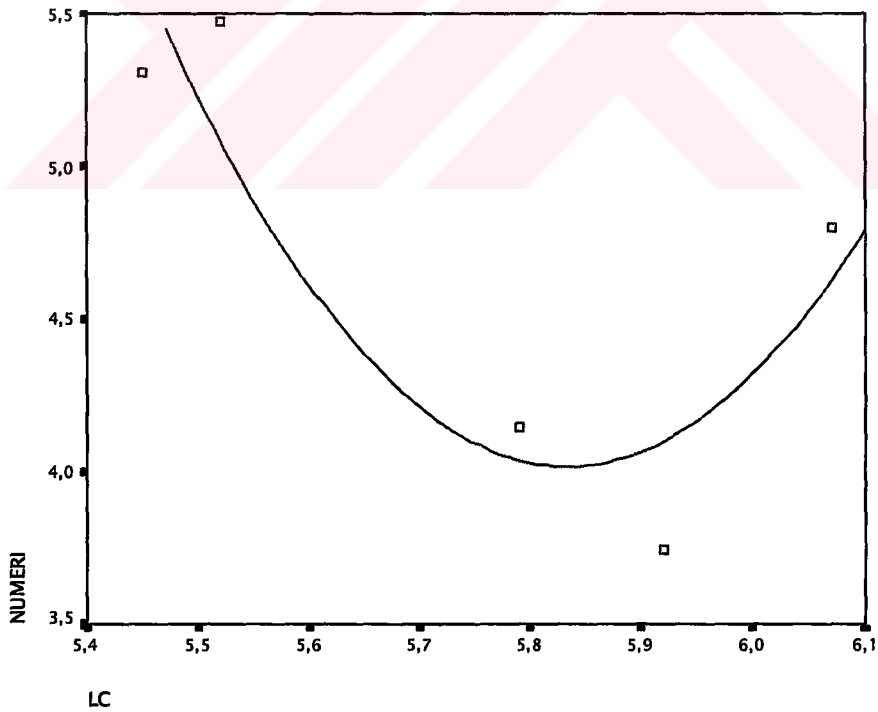
Şekil-39 SMD Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Koshi = 5.2158 - 82.111 * SMD$)



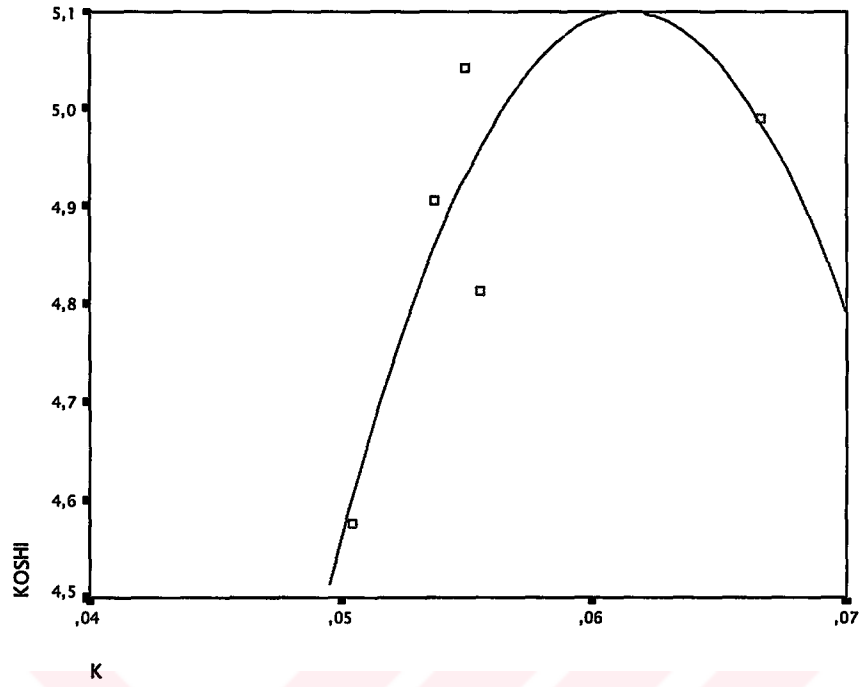
Şekil-40 RC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Numeri = 209.905 - 5.6279 * RC + 0.0006 * RC^3$)



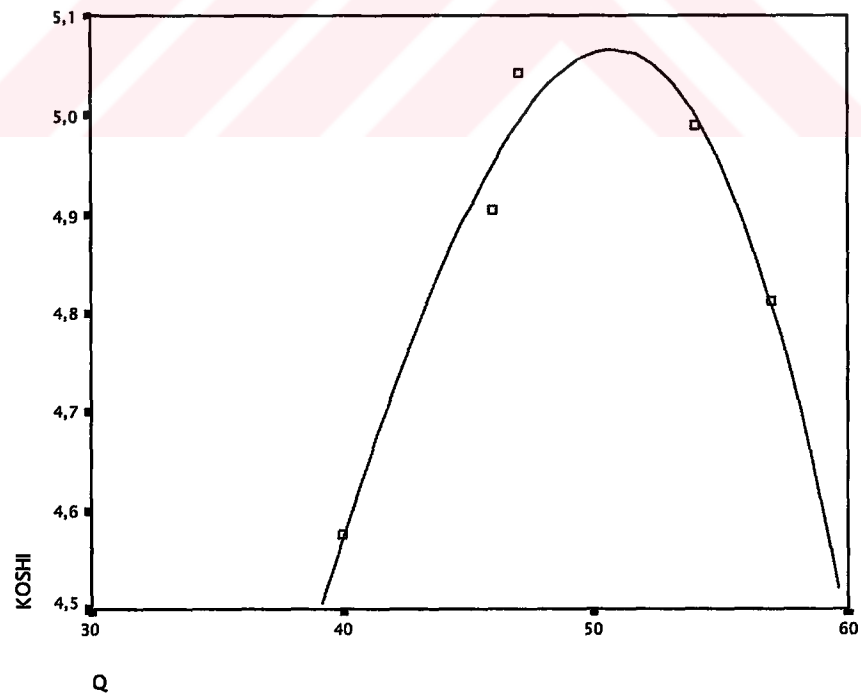
Şekil-41 LC Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Fukurami = 27.4624 - 12.410 \cdot \log LC$)



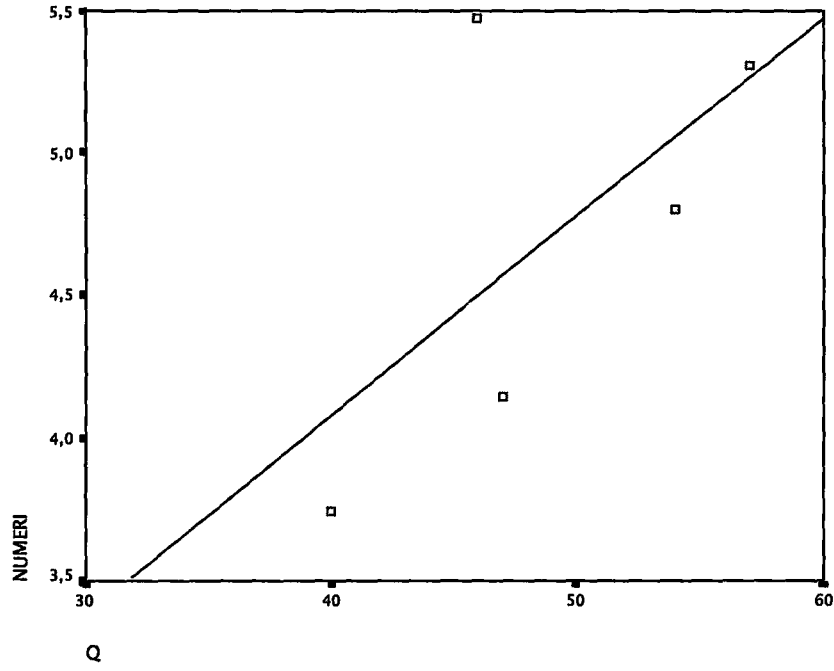
Şekil-42 LC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Numeri = 255.482 - 64.649 \cdot LC + 0.633 \cdot LC^3$)



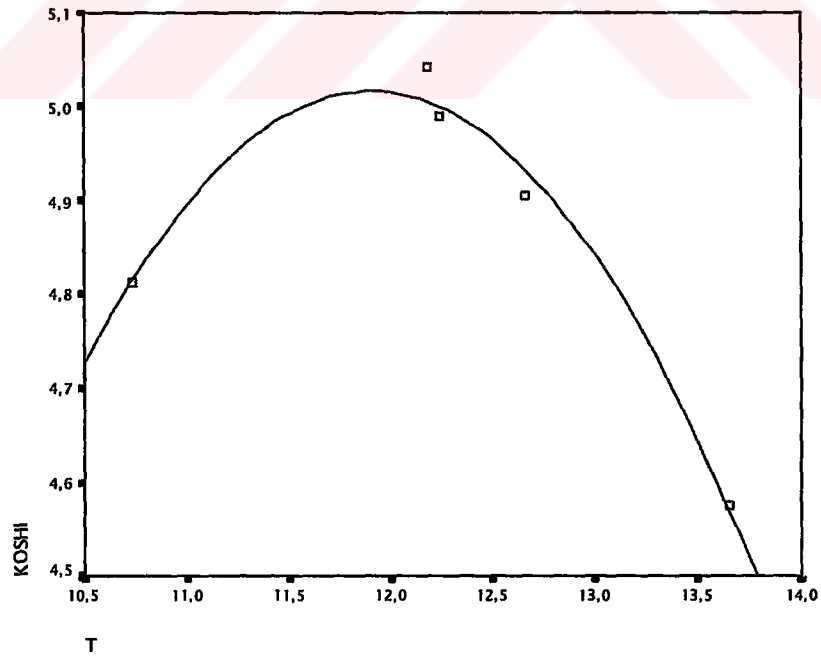
Şekil-43 K Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Koshi = -10.601 + 511.788 * K - 4170.3 * K^2$)



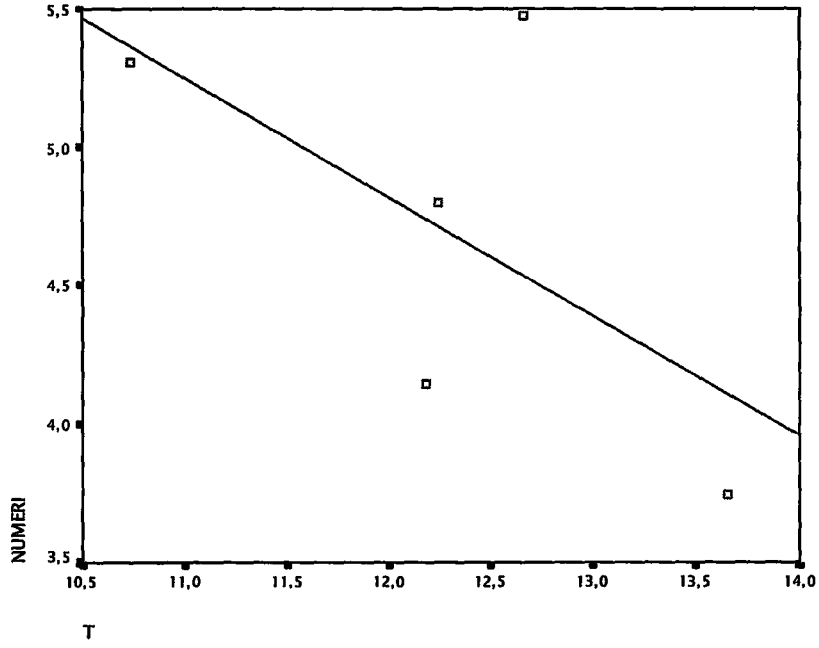
Şekil-44 Q Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Koshi = -3.1386 + 0.2442 * Q - 3E-05 * Q^2$)



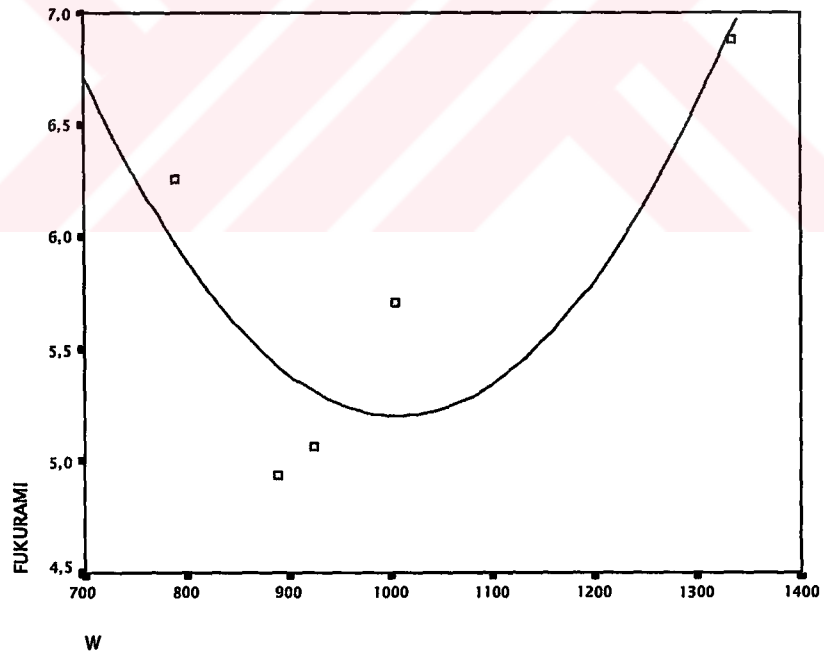
Şekil-45 Q Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Numeri} = -8.6310 + 3.4340 \cdot \log Q$)



Şekil-46 T Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Koshi} = -15.870 + 3.5082 \cdot T - 0.1473 \cdot T^2$)



Şekil-47 T Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Numeri} = 10,0020 - 0,4319 \cdot T$)



Şekil-48 W Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Fukurami} = 21,5148 + 0,0324 \cdot W - 1,6 \cdot 10^{-5} \cdot W^2$)

İncelenen grafiklerde görüldüğü gibi parametrelerin bazıları lineer olarak etkiliyor bazıları da üstel fonksiyon olarak etkiliyor. Üstel fonksiyon olarak etkileyen parametrelerin logaritması alınarak lineer hale dönüştürülmüştür.

Tablo 85. Birincil Tutum Değerlerine Parametrelerin Etkilerinin Toplu Gösterimi

Parametre	Fukurami	Koshi	Numeri
MIU	Lineer	Lineer	Lineer
MMD	Lineer	Logaritmik	Lineer
SMD	Logaritmik	Lineer	Logaritmik
WC	Logaritmik	Logaritmik	Logaritmik
RC	Lineer	Logaritmik	Lineer
LC	Logaritmik	Logaritmik	Logaritmik
K	Logaritmik	Logaritmik	Logaritmik
Q	Logaritmik	Logaritmik	Logaritmik
T	Logaritmik	Lineer	Lineer
W	Logaritmik	Logaritmik	Logaritmik

Tablo 86. Mekanik Parametreler İle Fukurami Arasında İlişkiyi Gösteren Denklemler

Tutum Değeri	Denklem
FUKURAMİ	$8.4188 - 7.8669 \cdot \text{MIU}$
FUKURAMİ	$7.6654 - 62.820 \cdot \text{MMD}$
FUKURAMİ	$= 3.2471 + 1342.47 \cdot \text{SMD} - 148326 \cdot \text{SMD}^2$
FUKURAMİ	$= 74.6647 - 209.04 \cdot \text{WC} + 157.831 \cdot \text{WC}^2$
FUKURAMİ	$= 313.287 - 11.216 \cdot \text{RC} + 0.1020 \cdot \text{RC}^2$
FUKURAMİ	$= 27.4624 - 12.410 \cdot \log \text{LC}$
FUKURAMİ	$= -44.021 + 1688.11 \cdot \text{K} - 14141 \cdot \text{K}^2$
FUKURAMİ	$= -3.8675 + 2.4828 \cdot \log \text{Q}$
FUKURAMİ	$9.6360 - 0.3148 \cdot \text{T}$
FUKURAMİ	$= 21.5148 + 0.0324 \cdot \text{W} - 1.6\text{E}-05 \cdot \text{W}^2$

Tablo 87. Mekanik Parametreler İle Koshi Arasında İlişkiyi Gösteren Denklemler

Tutum Değeri	Denklem
KOSHİ	$= 8.0553 - 9.9858 \cdot \log \text{MIU}$
KOSHİ	$= 5.0110 + 0.0410 \cdot \log \text{MMD}$
KOSHİ	$= 5.2158 - 82.111 \cdot \text{SMD}$
KOSHİ	$= 4.5088 + 0.5287 \cdot \text{WC}$
KOSHİ	$= 11.5454 - 1.6758 \cdot \log \text{RC}$
KOSHİ	$= 4.7752 + 0.0157 \cdot \text{LC}$
KOSHİ	$= -3.1386 + 0.2442 \cdot \text{Q} - 3\text{E-}05 \cdot \text{Q}^2$
KOSHİ	$= -10.601 + 511.788 \cdot \text{K} - 4170.3 \cdot \text{K}^2$
KOSHİ	$= -15.870 + 3.5082 \cdot \text{T} - 0.1473 \cdot \text{T}^2$
KOSHİ	$= 2.5126 + 0.0043 \cdot \text{W} - 2\text{E-}05 \cdot \text{W}^2$

Tablo 88. Mekanik Parametreler İle Numeri Arasında İlişkiyi Gösteren Denklemler

Tutum Değeri	Denklem
NUMERİ	$= 4.6435 + 0.6584 \cdot \text{MIU}$
NUMERİ	$= 2.1261 + 1388.94 \cdot \text{SMD} - 155270 \cdot \text{SMD}^2$
NUMERİ	$= 2.1261 + 1388.94 \cdot \text{SMD} - 155270 \cdot \text{SMD}^2$
NUMERİ	$= 93.0239 - 267.70 \cdot \text{WC} + 201.907 \cdot \text{WC}^2$
NUMERİ	$= 209.905 - 5.6279 \cdot \text{RC} + 0.0006 \cdot \text{RC}^3$
NUMERİ	$= 255.482 - 64.649 \cdot \text{LC} + 0.633 \cdot \text{LC}^3$
NUMERİ	$= -53.153 + 1945.37 \cdot \text{K} - 16148 \cdot \text{K}^2$
NUMERİ	$= -8.6310 + 3.4340 \cdot \log \text{Q}$
NUMERİ	$= 10.0020 - 0.4319 \cdot \text{T}$
NUMERİ	$= 18.5169 - 0.0280 \cdot \text{W} - 1.4\text{E-}05 \cdot \text{W}^2$

b) Birincil tutum değerlerinin hesaplanması

Birincil tutum değerinin hesaplanmasında Denklem (6) kullanıldı.

$$HV_i = C_{0i} + \sum_1^j C_{ij} \frac{X_j - M_j}{\sigma_j}$$

Tablo 89. Kuru Numunelerde Hesaplanan Birincil Tutum Değerleri

Numune	Fukurami	Koshi	Numeri
1	5.987692	4.786567	4.189768
5	4.731245	4.542376	3.8679
4	5.67829	5.678345	5.123987
2	6.201287	5.127605	5.340957
3	6.990123	5.768256	6.073450

c) Toplam Tutum Değerlerinin Hesaplanması

Numunelerin toplam tutum değerini hesaplamak için Denklem (7) kullanılmıştır.

$$THV = C_{00} + \sum_1^3 \left[C_{1i} \frac{HV_i - M_{1i}}{\sigma_{1i}} + C_{2i} \frac{HV_i^2 - M_{2i}}{\sigma_{2i}} \right]$$

Tablo 90. Kuru Numunelerde Toplam Tutum Değeri İçin Katsayılar

Birincil Tutum Parametreleri		Fukurami	Koshi	Numeri	Sabit C ₀₀
Sabitler	C _{1i}	0.953	0.394	0.432	3.913
	C _{2i}	0.682	0.598	-0.015	

Tablo 91. Kuru Numunelerin Toplam Tutum Değerleri

Tutum Değeri	1	5	4	2	3
Kuru Numune	3.370689	2.237689	3.570978	3.430020	4.004598

2. Islak Numunelerde Birincil Tutum Değerlerinin Ve Toplam Tutum Değerlerinin Hesaplanması.

Birincil tutum değerinin ve toplam tutum değerinin hesaplanması için subjektif değerlendirme sonuçlarından yararlanılmıştır. Birincil tutum değerlerinin hesaplanabilmesi için ölçüm yapılan mekanik parametreler ile geriye doğru eliminasyon yöntemine göre regresyon analizi yapıldı. Bu şekilde birincil tutum değeri hesaplamada kullanılan Kawabata formülündeki katsayılara ulaşılır.

Tablo 92. Islak Numuneler İçin Birincil Tutum Değerlerinde Kullanılan Katsayılar

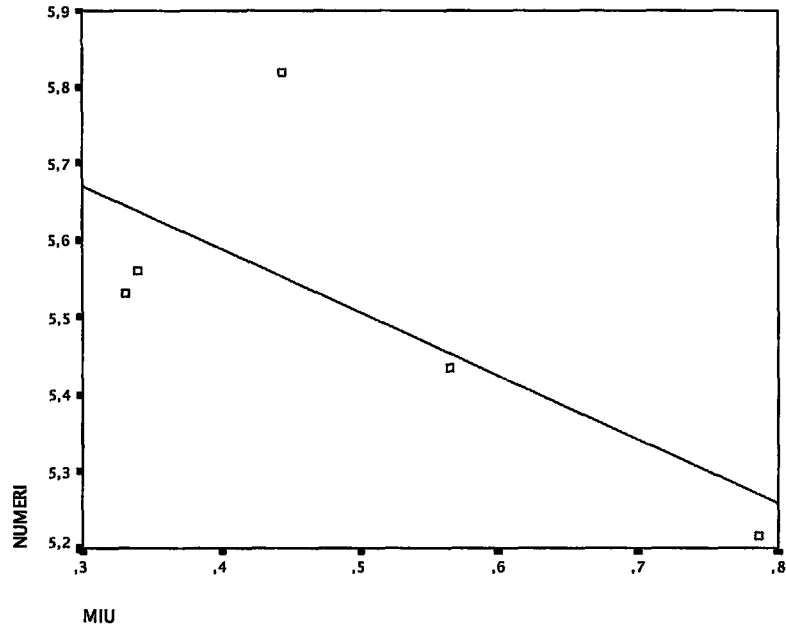
PARAMETRE	FUKURAMİ	KOSHİ	NUMERİ
MIU	-0.026	-0.038	-0.226
MMD	-0.034	-1.241	-0.238
SMD	0.130	-0.018	0.037
WC	-0.079	-0.026	-0.216
RC	0.217	-0.018	0.459
LC	-0.100	-0.023	-0.256
K	0.221	-1.003	0.096
Q	0.139	2.618	0.206
T	-0.0653	-0.022	0.324
W	-0.735	0.086	-0.058
REWET	0.062	0.060	0.277
Su Tutma Kap.	-0.857	0.080	-0.051
Emicilik Böl.	0.00784	0.00659	-0.048
Sabit	6.946	6.638	18.675

Tablo 93. Islak Numunelerin Objektif Ölçüm Sonuçlarının Toplu Gösterimi

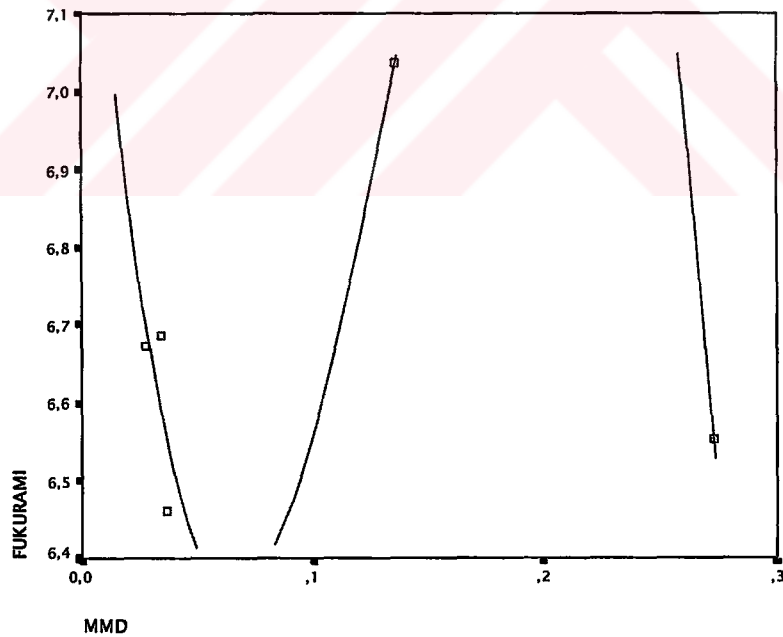
Parametre	1	2	3	4	5
MIU	0.7862	0.3397	0.4437	0.3308	0.5652
MMD	0.2728	0.0279	0.1361	0.0347	0.0371
SMD	0.3673	0.2463	0.2463	0.2075	0.4786
WC	0.6781	5.9050	6.0548	6.2631	0.9217
RC	51.27	39.01	47.29	43.96	58.13
LC	0.0853	0.0780	0.0748	0.0981	0.0854
K	0.2613	0.3608	0.1577	0.1925	0.2556
Q	201.9	477.1	191.1	199.1	273.6
T	15.533	13.589	15.055	15.289	17.489
W	1198.5676	1105.123	2453.2723	1679.1299	1025.3456
REWET	0.6762	0.7293	0.6951	0.7079	0.6997
Su Tutma Kap.	67.4079	67.3452	135.1588	93.0432	58.3055
Emicilik Böl.	20.9167	36.25	31.6333	25.71	19.0167

a) Mekanik Parametrelerin İncelenmesi

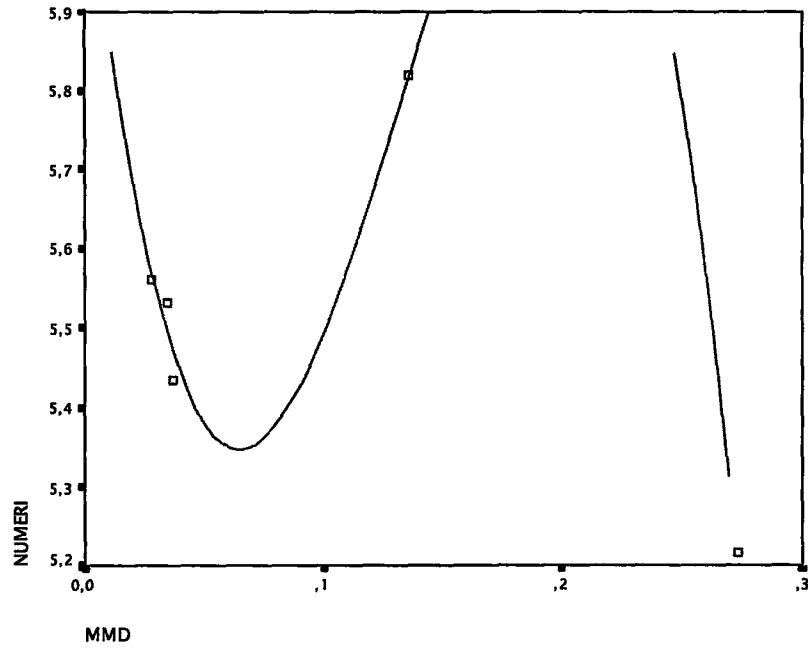
Hesaplamaya başlamadan önce her parametrenin nasıl bir dağılım gösterdiğine bakarak eğri tahmini yapıldı. Bu şekilde parametrenin her bir birincil tutum değerini logaritmik mi yoksa lineer olarak mı etkilediği tespit edildi. Bu şekilde bazı parametrelerin logaritmaları kullanılıp lineer hale dönüştürülüp o şekilde kullanılmıştır. Bu durumda birincil tutum değerlerinin gerçeğe daha yakın olarak hesaplanması sağlanmıştır.



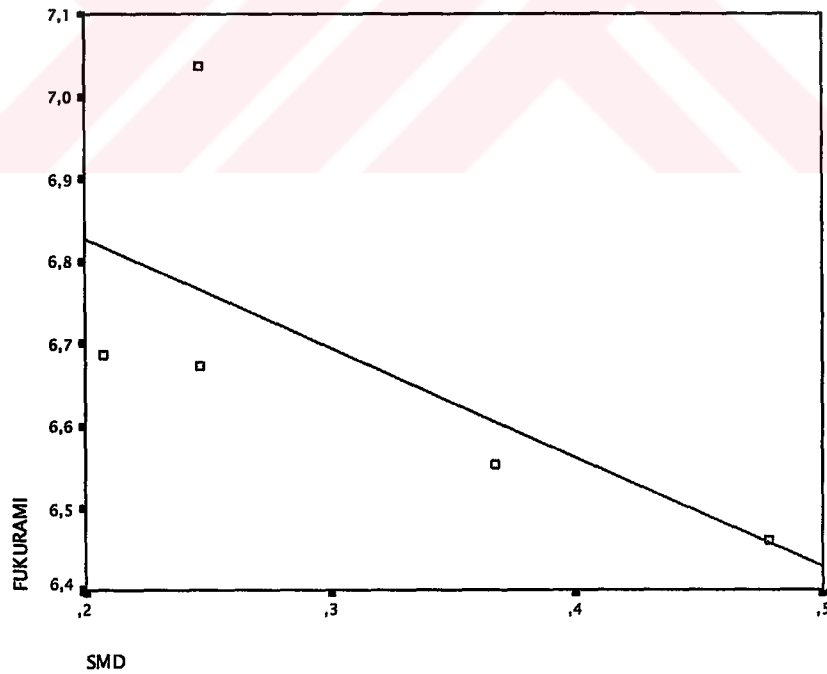
Şekil-49 MIU Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Numeri} = 5.9180 - 0.8234 * \text{MIU}$)



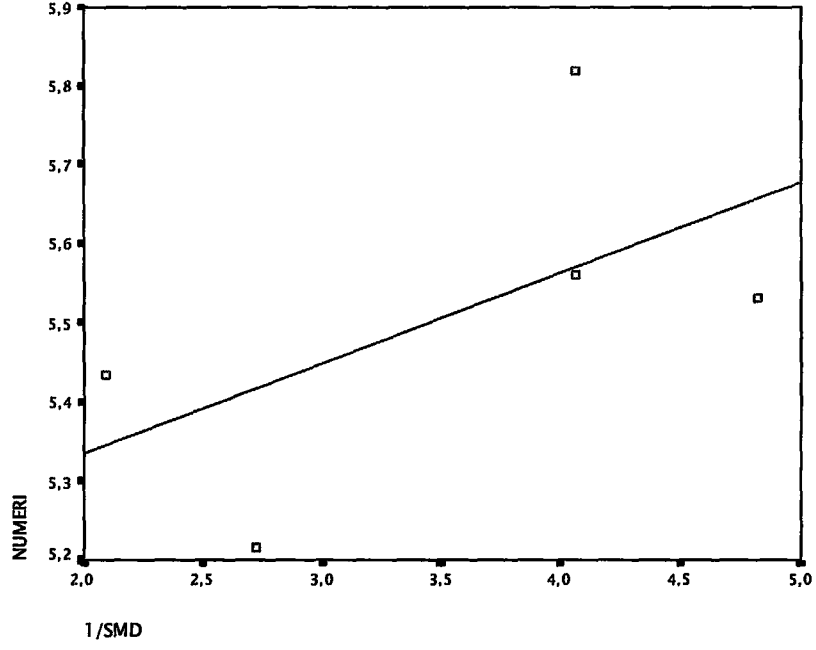
Şekil-50 MMD Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Fukurami} = 6.5538 + 51.1010 * \text{MMD}^2 - 187.54 * \text{MMD}^3$)



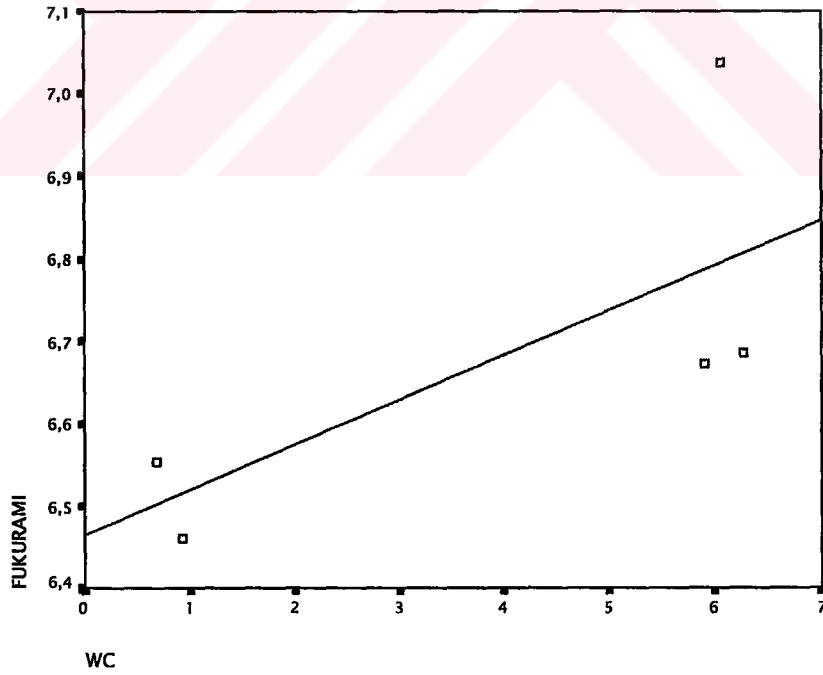
Şekil-51 MMD Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Numeri} = 5.4705 + 40.5054 \cdot \text{MMD}^2 - 134.24 \cdot \text{MMD}^3$)



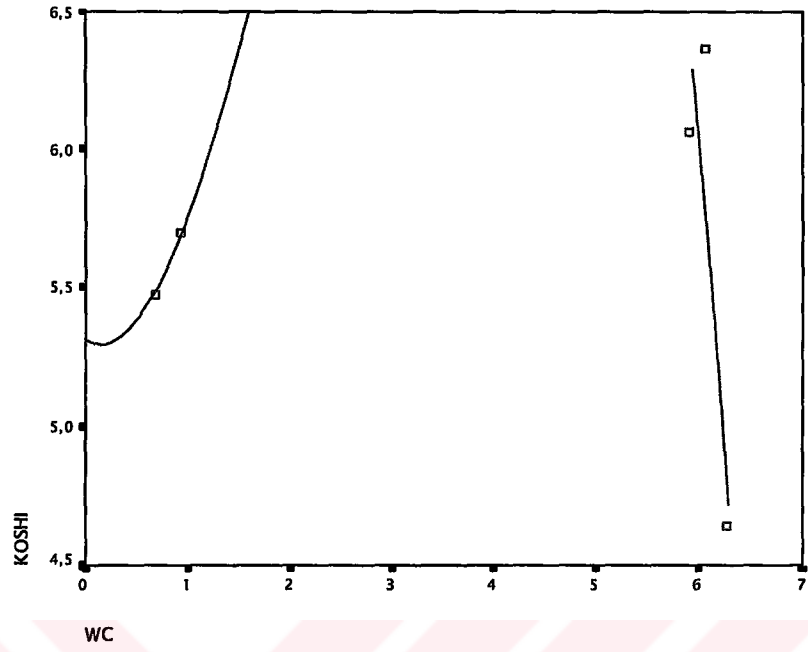
Şekil-52 SMD Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Fukurami} = 7.0938 - 1.3311 \cdot \text{SMD}$)



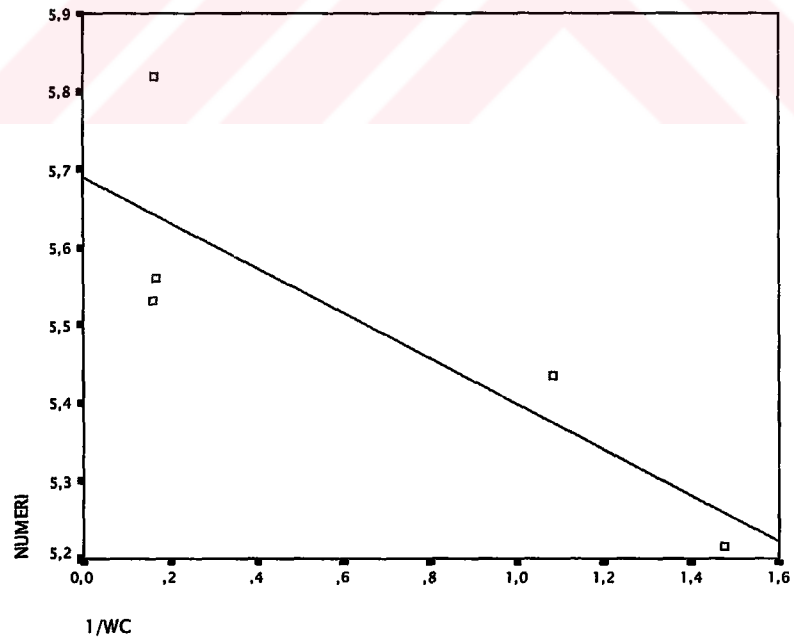
Şekil-53 SMD Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Numeri} = 5.1075 + 0.1139 \cdot \log \text{SMD}$)



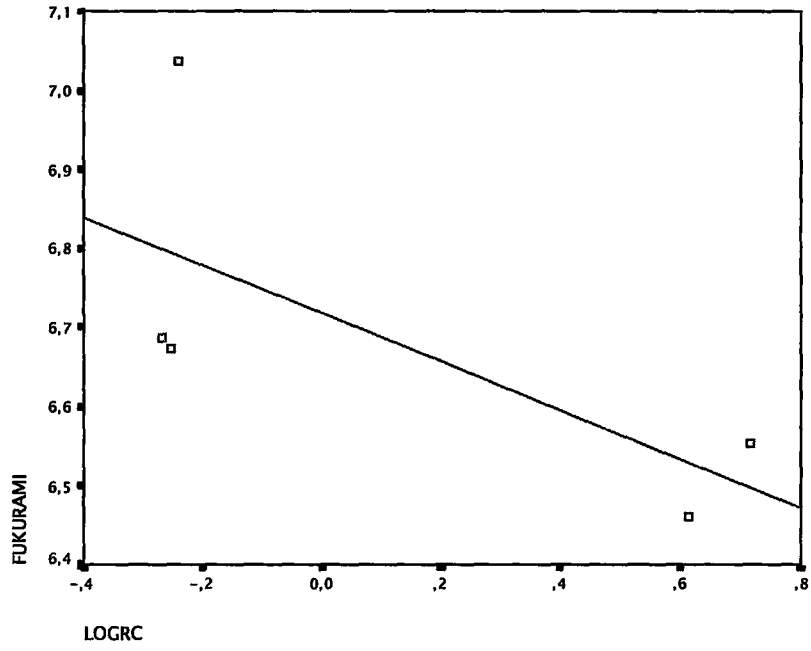
Şekil-54 WC Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Fukurami} = 6.4658 + 0.0546 \cdot \text{WC}$)



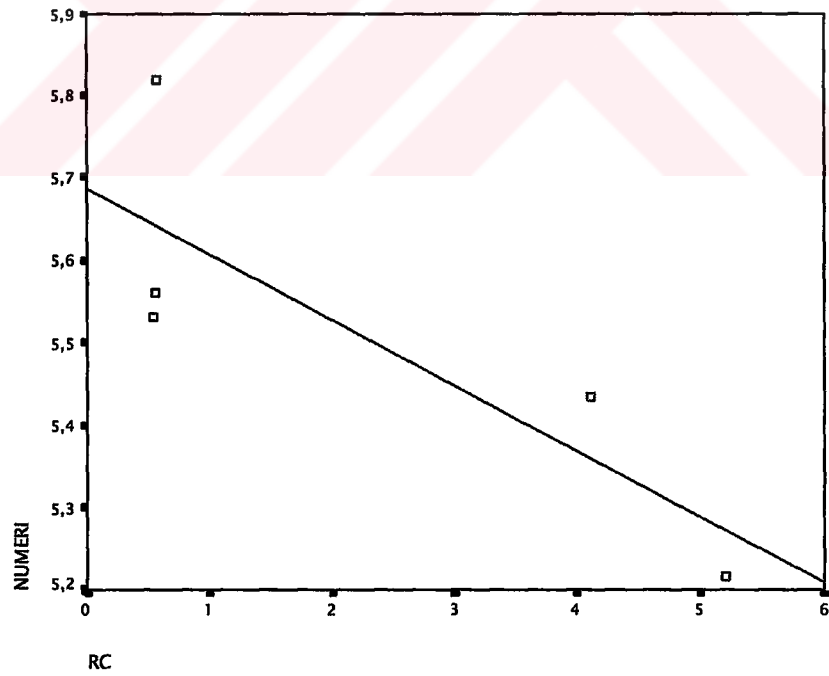
Şekil-55 WC Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Koshi = 3.6550 + 2.4584*WC - 0.0575*WC^3$)



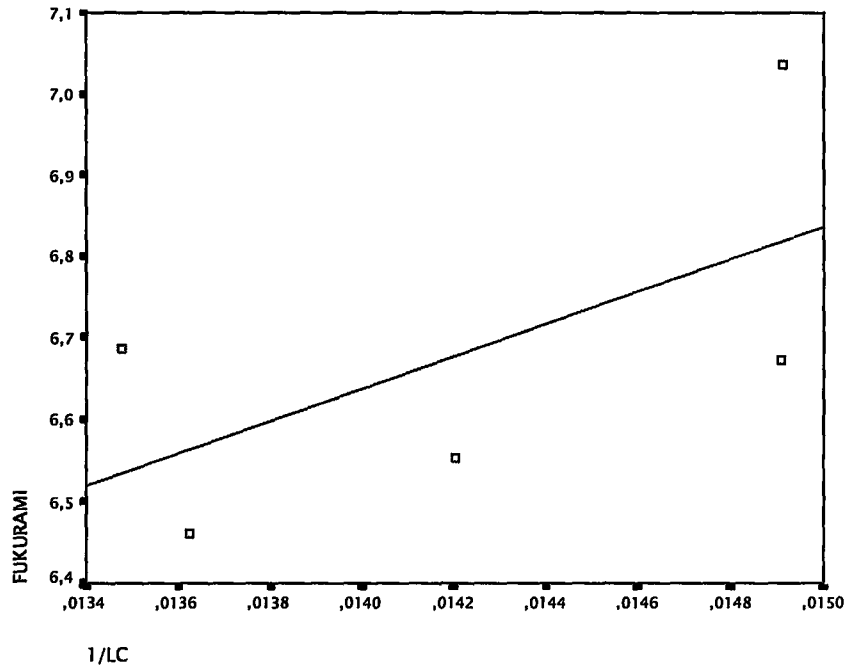
Şekil-56 WC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Numeri = 5.6909 - 0.2929/WC$)



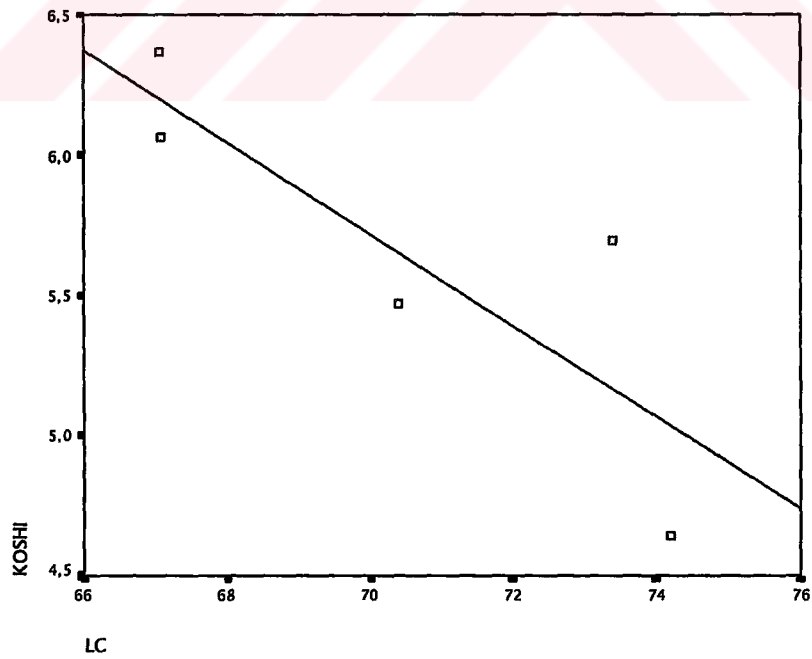
Şekil-57 RC Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Fukurami = 6.7168 - 0.1328 * \log RC$)



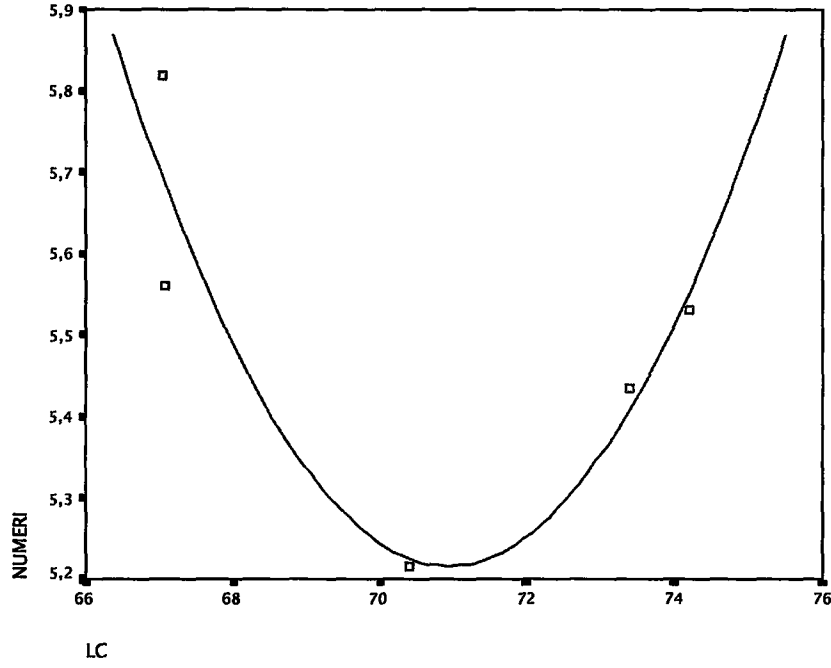
Şekil-58 RC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Numeri = 5.6862 - 0.0749 * RC$)



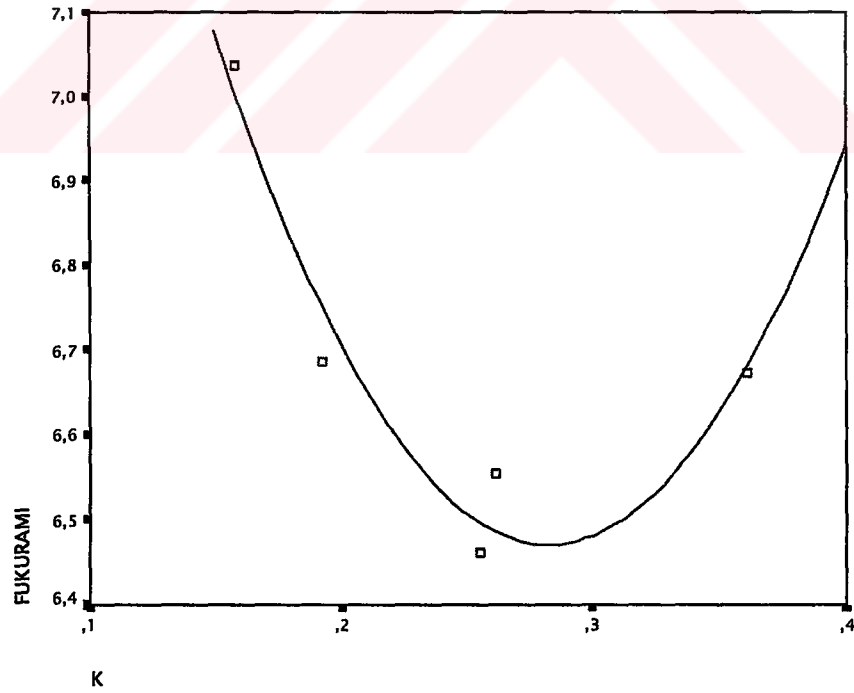
Şekil-59 LC Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Fukurami = 9.4530 - 0.0393*LC$)



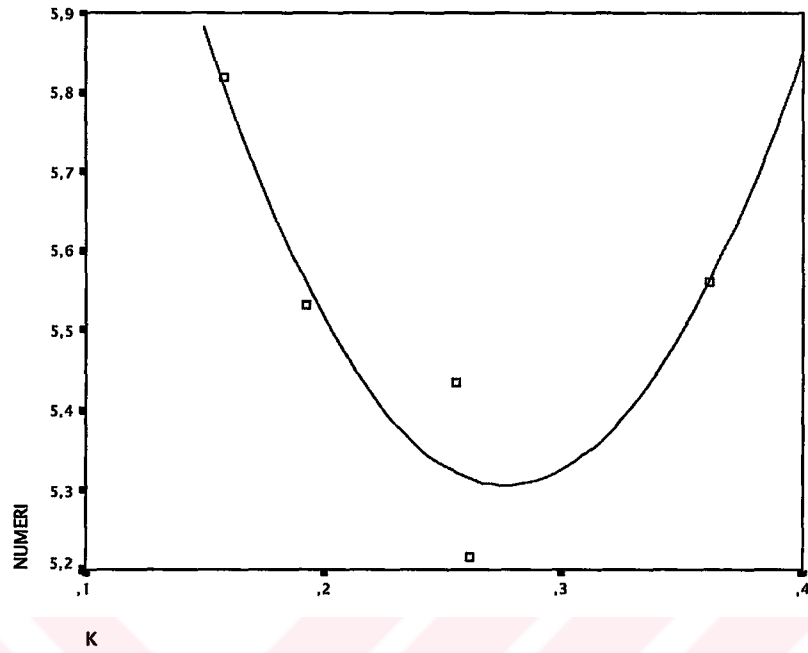
Şekil-60 LC Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Koshi = 17.1548 - 0.1643*LC$)



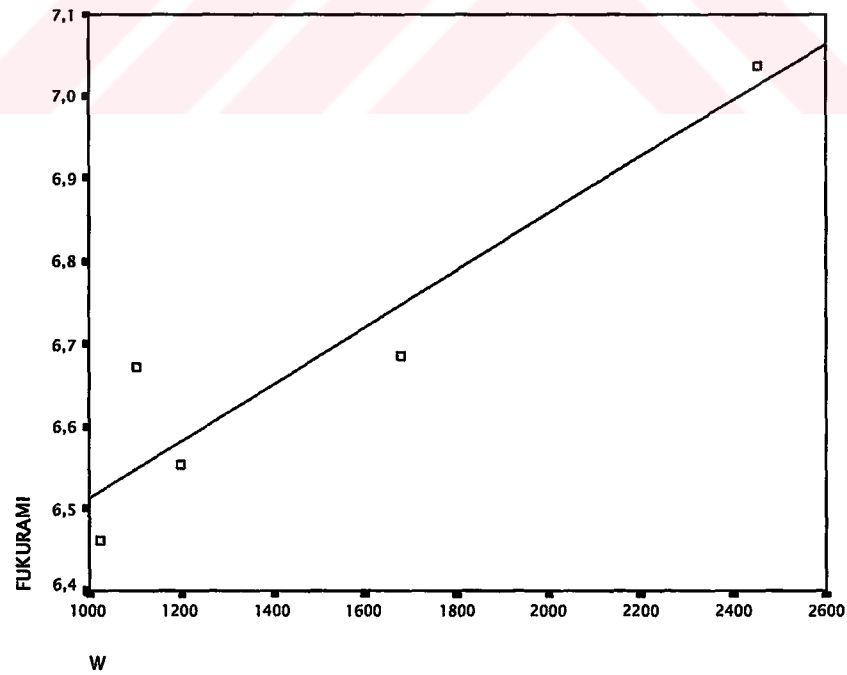
Şekil-61 LC Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Numeri} = 163.322 - 4.4575 \cdot \text{LC} + 0.0314 \cdot \text{LC}^2$)



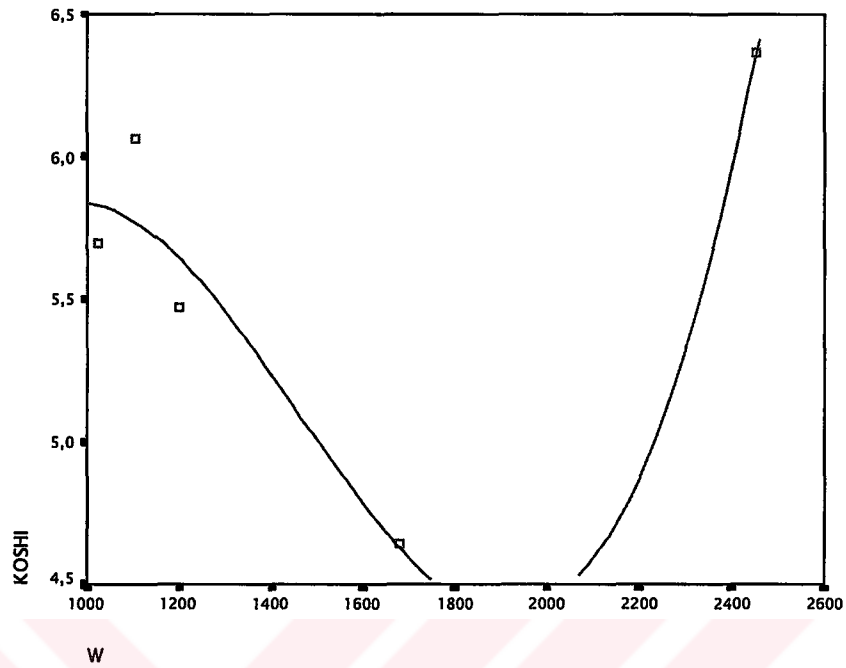
Şekil-62 K Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Fukurami} = 9.2021 - 19.338 \cdot \text{K} + 34.2214 \cdot \text{K}^2$)



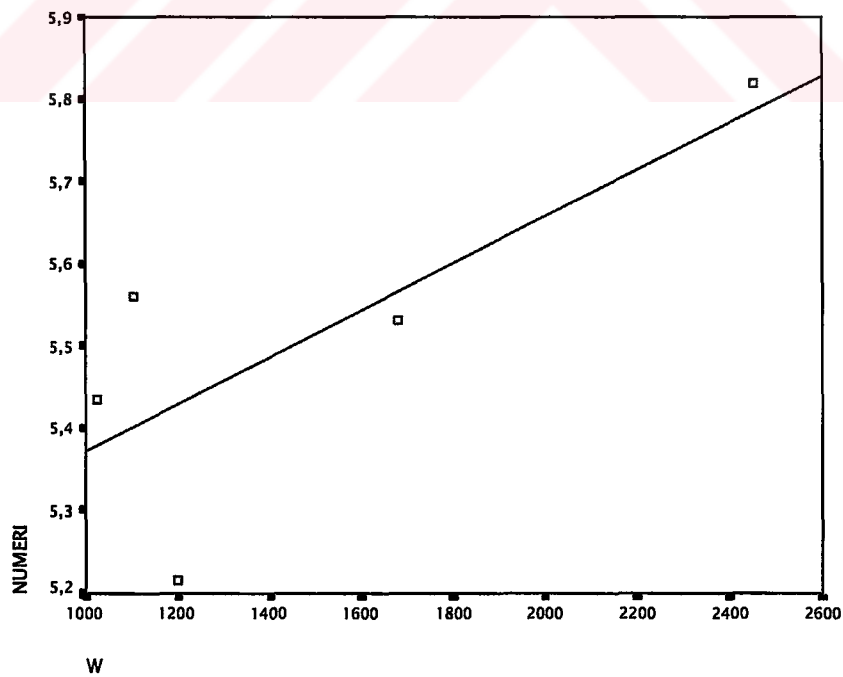
Şekil-63 K Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Numeri} = 8.0276 - 19.692 \cdot K + 35.6175 \cdot K^2$)



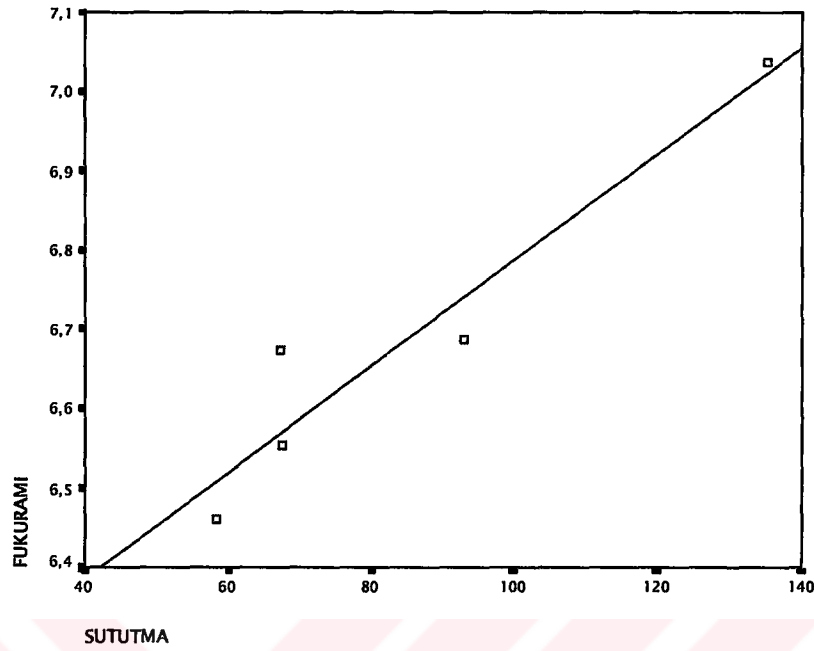
Şekil-64 W Mekanik Parametresi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($\text{Fukurami} = 6.1670 + 0.0003 \cdot W$)



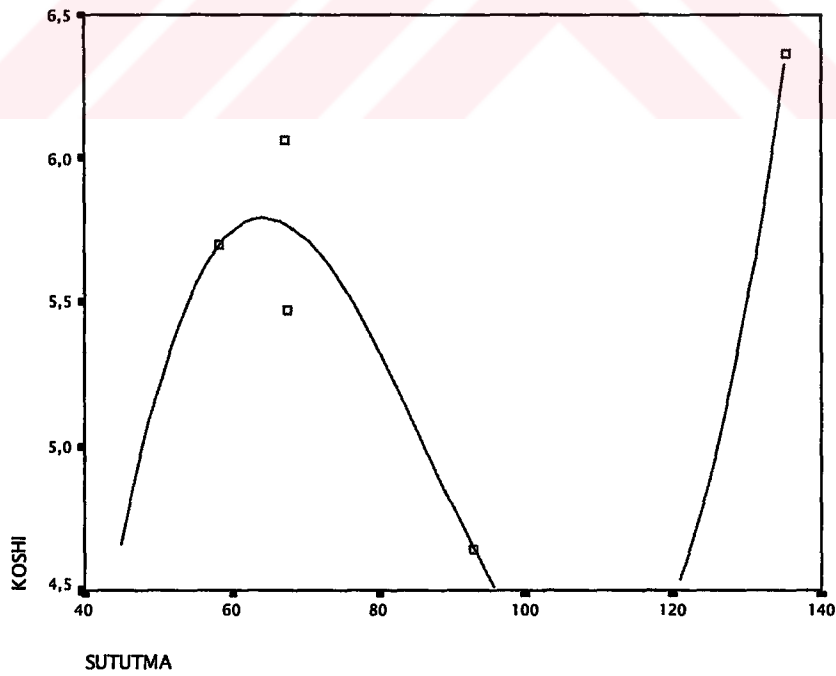
Şekil-65 W Mekanik Parametresi ile Koshi Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Koshi = 7.9888 - 3E-06*W^2 + 1.2E-09*W^3$)



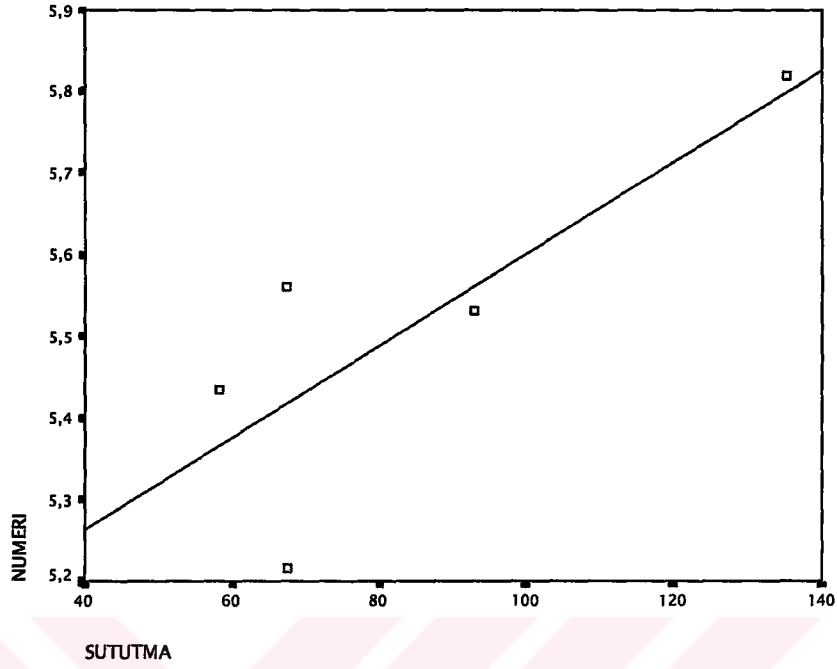
Şekil-66 W Mekanik Parametresi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Numeri = 5.0859 + 0.003*W$)



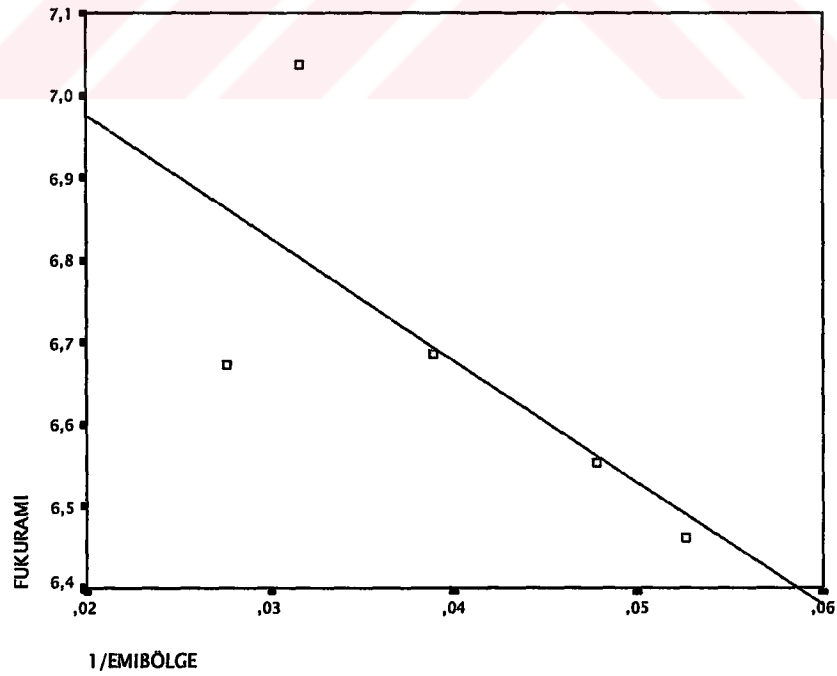
Şekil-67 Su Tutma Kapasitesi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Fukurami = 6.1174 + 0.0067 * SUTUTMA$)



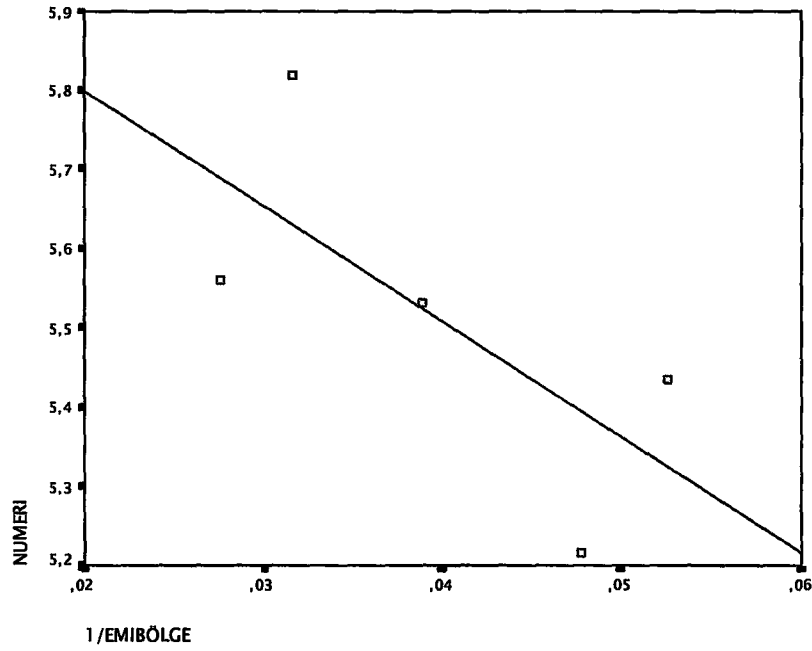
Şekil-68 Su Tutma Kapasitesi ile Koshi Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki ($Koshi = 8.0947 - 0.0010 * SUTUTMA^2 + 6.8E-06 * SUTUTMA^3$)



Şekil-69 Su Tutma Kapasitesi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki
($\text{Numeri} = 5.0383 + 0.0056 * \text{SUTUTMA}$)



Şekil-70 Emicilik bölgesi ile Fukurami Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki
($\text{Fukurami} = 7.2748 - 14.929 / \text{EMİBÖLGE}$)



Şekil-71 Emicilik bölgesi ile Numeri Birincil Tutum değeri Arasındaki İlişki
(Numeri = 6.0902 -15.566/EMİBÖLGE)

Tablo 94. Birincil Tutum Değerlerine Parametrelerin Etkileri

Parametre	Fukurami	Koshi	Numeri
MIU	Lineer	Kuadratik	Lineer
MMD	Kübik	Kübik	Kübik
SMD	Lineer	Lineer	Logaritmik
WC	Lineer	Kübik	İnverse
RC	Logaritmik	Lineer	Lineer
LC	Lineer	Lineer	Kuadratik
K	Kuadratik	Kuadratik	Kuadratik
Q	Kuadratik	Lineer	Kuadratik
T	Lineer	İnverse	Lineer
W	Lineer	Kübik	Lineer
REWET	Logaritmik	Lineer	Lineer
SU TUT.	Lineer	Kübik	Lineer
EMİ.BÖL.	İnverse	Lineer	İnverse

Tablo 95. Mekanik Parametreler İle Fukurami Arasında İlişkiyi Gösteren Denklemler

Tutum Değeri	Denklem
FUKURAMİ	$6.9240 - 0.4903 * MIU$
FUKURAMİ	$6.5538 + 51.1010 * MMD^2 - 187.54 * MMD^3$
FUKURAMİ	$7.0938 - 1.3311 * SMD$
FUKURAMİ	$6.4658 + 0.0546 * WC$
FUKURAMİ	$6.7168 - 0.1328 * \log RC$
FUKURAMİ	$9.4530 - 0.0393 * LC$
FUKURAMİ	$9.2021 - 19.338 * K + 34.2214 * K^2$
FUKURAMİ	$8.8309 - 0.0146 * Q + 2.1E-05 * Q^2$
FUKURAMİ	$7.8309 - 0.0746 * T$
FUKURAMİ	$6.1670 + 0.0003 * W$
FUKURAMİ	$6.8766 + 0.5482 * \log REWET$
FUKURAMİ	$6.1174 + 0.0067 * SUTUTMA$
FUKURAMİ	$7.2748 - 14.929 / EMİBÖLGE$

Tablo 96. Mekanik Parametreler İle Fukurami Arasında İlişkiyi Gösteren Denklemler

Tutum Değeri	Denklem
KOSHİ	$1.9426 - 14.8421 * MİU - 13.291 * MİU^2$
KOSHİ	$5.1122 + 11.3247 * MMD - 134.24 * MMD^3$
KOSHİ	$7.1045 - 0.1996 * SMD$
KOSHİ	$3.6550 + 2.4584 * WC - 0.0575 * WC^3$
KOSHİ	$5.7137 - 0.0298 * RC$
KOSHİ	$17.1548 - 0.1643 * LC$
KOSHİ	$9.4925 - 33.470 * K + 67.1657 * K^2$
KOSHİ	$5.1320 + 0.0019 * Q$
KOSHİ	$3.7794 + 28.5786 / T$
KOSHİ	$7.9888 - 3E-06 * W^2 + 1.2E-09 * W^3$
KOSHİ	$3.3429 + 3.2857 * REWET$
KOSHİ	$8.0947 - 0.0010 * SUTUTMA^2 + 6.8E-06 * SUTUTMA^3$
KOSHİ	$4.4775 + 0.0438 * EMİBÖLGE$

Tablo 97. Mekanik Parametreler İle Numeri Arasında İlişkiyi Gösteren Denklemler

Tutum Değeri	Denklem
NUMERİ	$5.9180 - 0.8234*MIU$
NUMERİ	$5.4705 + 40.5054*MMD^2 - 134.24*MMD^3$
NUMERİ	$5.1075 + 0.1139*\log SMD$
NUMERİ	$5.6909 - 0.2929/WC$
NUMERİ	$5.6862 - 0.0749*RC$
NUMERİ	$163.322 - 4.4575*LC + 0.0314*LC^2$
NUMERİ	$8.0276 - 19.692*K + 35.6175*K^2$
NUMERİ	$6.53 - 0.0071*Q + 1.1E-05*Q^2$
NUMERİ	$6.2930 - 0.0507*T$
NUMERİ	$5.0859 + 0.003*W$
NUMERİ	$8.96988 - 2.4247*REWET$
NUMERİ	$5.0383 + 0.0056*SUTUTMA$
NUMERİ	$6.0902 - 15.566/EMİBÖLGE$

b) Birincil tutum değerlerinin hesaplanması

Birincil tutum değerinin hesaplanmasında Denklem (6) kullanıldı.

$$HV_i = C_{0i} + \sum_1^j C_{ij} \frac{X_j - M_j}{\sigma_j}$$

Tablo 98. Islak Numunelerde Hesaplanan Birincil Tutum Değerleri

Numune	Fukurami	Koshi	Numeri
1	5.9786	5.654378	5.435601
2	6.213456	5.978802	5.992311
3	7.097856	6.978865	6.078003
4	6.12345	5.650009	5.671254
5	5.132134	5.321456	5.321209

c) Toplam Tutum Değerlerinin Hesaplanması

Numunelerin toplam tutum değerini hesaplamak için Denklem (7) kullanılmıştır.

$$THV = C_{00} + \sum_1^3 \left[C_{1i} \frac{HV_i - M_{1i}}{\sigma_{1i}} + C_{2i} \frac{HV_i^2 - M_{2i}}{\sigma_{2i}} \right]$$

Tablo 99. Islak Numunelerde Toplam Tutum Değeri İçin Katsayılar

Birincil Tutum Parametreleri		Fukurami	Koshi	Numeri	Sabit C ₀₀
Sabitler	C _{1i}	1.121	-0.065	-0.076	2.418
	C _{2i}	1.189	-0.0801	-0.069	

Tablo 100. Islak Numunelerin Toplam Tutum Değerleri

Tutum Değeri	1	2	3	4	5
Islak Numune	3.721298	4.270915	4.971601	4.271456	3.091208

C) KONTROL KARTLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo incelendiği zaman kuru ve ıslak numunelerin tutum değerlerini etkileyen faktörlerin farklı olduğu görülmektedir. İkisinde de ortak olan numune ağırlığının toplam tutum değerlerini olumlu yönde etkilemesidir. Verilen korelasyon

katsayılarına göre yüksek termal özelliklere sahip olan ve numune ağırlığı fazla olan kuru bebek bezlerinin toplam tutum değerlerinin iyi olacağı anlaşılmaktadır. Düşük sıkıştırma direncine, sıkıştırma lineerliğine, pürüzlülük değerine, ve kalınlığa sahip olan numunelerin yüksek toplam tutum değerine sahip olduğu ve kabul edilebilir sonuçlar vereceği açık olarak görülmektedir. Islak numunelerde ise toplam tutum değerini sürtünme katsayısının standart sapması, ağırlık, rewet, su tutma kapasitesi, ve emicilik bölgesinin olumlu yönde etkilediği korelasyon katsayılarından anlaşılmaktadır. Sıkıştırma parametreleri, numune kalınlığı, pürüzlülük değeri ise bu değeri olumsuz olarak etkilemektedir

Tablo 101. Kuru Ve Islak Tutum Değerlerinin Objektif Ölçüm Parametreleri İle Olan Korelasyon Katsayıları

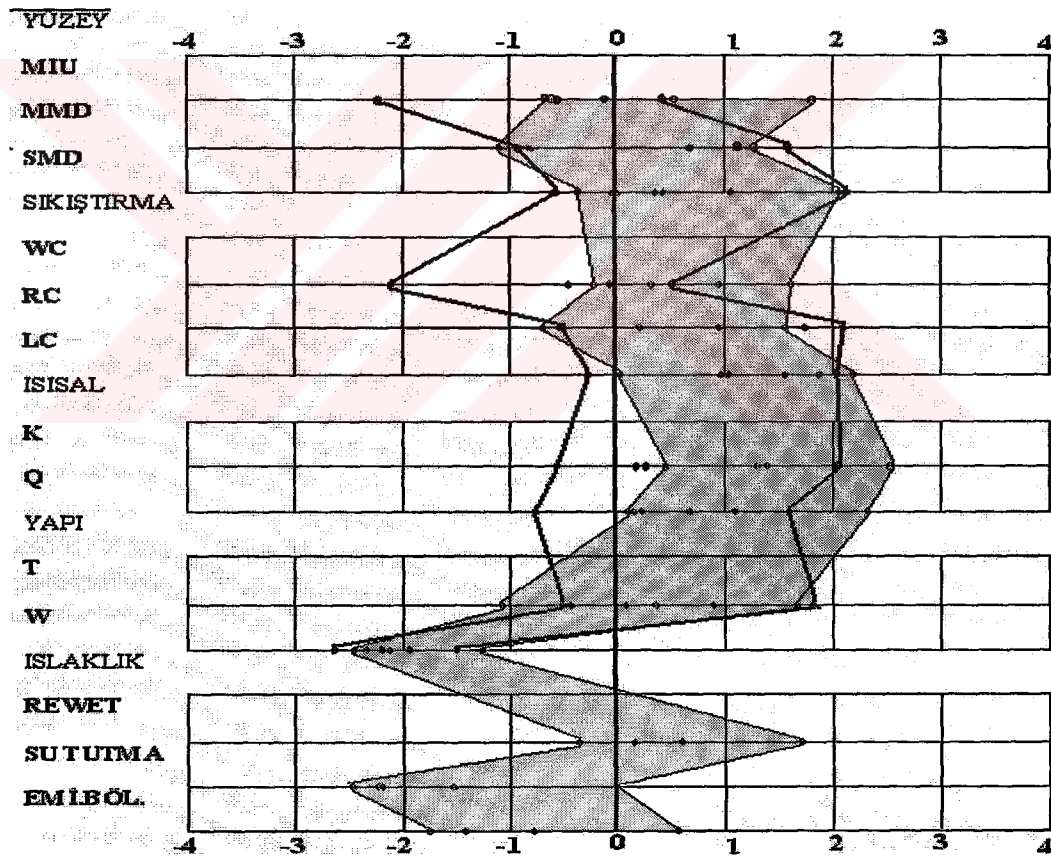
Objektif Değer	Toplam Tutum Kuru (THV_{KURU})	Toplam Tutum Islak (THV_{ISLAK})
MIU	-0.143	-0.358
MMD	-0.527	0.197
SMD	-0.701	-0.790
WC	-0.049	-0.769
RC	-0.746	-0.615
LC	-0.539	-0.614
K	0.288	-0.481
Q	0.444	-0.224
T	-0.424	-0.617
W	0.697	0.886
REWET	.....	0.015
SU TUTMA	.....	0.906
EMİCİLİK BÖLGESİ	.....	0.657

Kuru formda tutumu iyi olan bir bebek bezi için sıkıştırma işinin, pürüzlülüğün, sıkıştırma direncinin, sürtünme katsayısı ve standart sapmasının düşük olması, ağırlığının fazla ve ısı iletim değerlerinin yüksek olması istenir.

Islak formda tutumu iyi olan bir bebek bezi için pürüzlülüğünün, kalınlığının, sıkıştırma parametrelerinin ve ısı iletim özelliklerinin düşük olması, ağırlığının fazla ve su tutma değerlerinin yüksek olması istenir.

Genel olarak kuru formda düşük yüzey özelliklerine (sürtünme ve pürüzlülük değerlerine) sıkıştırma özelliklerine ve yüksek rewet su tutma özelliklerine sahip numunelerin kullanımı sırasında olumlu olarak değerlendirildikleri anlaşılmaktadır.

Numuneler ıslandığı zaman sertleştiği için sıkıştırma grafiğinin lineerliği düşmektedir. Bu durumda da bu değer numune tutumunu olumsuz yönde etkilemektedir. Buna ek olarak ıslak numunelerde ağırlık ve kalınlık arada bu da numunelerdeki süper absorban polimer miktarının ve fluff tabakasının fazla olduğunu gösterir, buda numunenin rewet ve su alma özelliklerinin iyi olmasına neden olur.



Şekil-72 Kontrol Kartı

Islanmadan sonra sürtünme katsayısının ve pürüzlülük değerinin artması numunenin pürüzlülük değerinin artmasına neden olur. Isıl özelliklerin artması da tahrişe neden olan ısının artmasına yol açar ve buda istenmeyen bir durumdur.

İyi tutuma sahip bir bebek bezinde mümkün olduğunca bu özelliklerin fazla değişmemesi istenir.

III. SONUÇLAR ve TARTIŞMALAR

A) SÜRTÜNME KATSAYISI

Daha önce yapılan çalışmalarda (Pan ve ark., 1988; Niwa ve ark., 2001, Yokura ve Niwa, 2002; Yokura ve Niwa,2000) bulunan sürtünme katsayıları ve standart sapmaları incelendiği zaman bu çalışmada bulunan sürtünme katsayısı değerinin yaklaşık olarak 2 katı, standart sapma değerlerinin ise 10 katı olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak, daha önceki çalışmalarda sürtünme katsayısı ölçüm metodunda piano teli kullanılmış ve yüksek basınçta ölçüm yapılmıştır. Bu etkiyle ölçme parçası malzeme içine battığı için yüzey sürtünmesinin yanında, batan kısımda malzemeyi yana itme kuvveti de eklenmiştir. Kararsız olan bu yana itme kuvveti hem sonuçları yanlış olmasının hem de sapmanın fazla olmasının nedeni olarak düşünülmektedir. Bu nedenle yapılacak bu tür malzemelerde bu çalışmada kullanılan sürtünme katsayısı ölçüm metodunu kullanmak daha uygundur.

Bu çalışmada sürtünme katsayısı ölçümlerinde optimum deney şartlarının belirlenmesinde, hız parametresi ile ilişki bulunamamıştır. Bunun nedeni ise kullanılan cihazda ve parçanın küçüklüğü nedeni ile hız bölgesinin çok fazla değiştirilememesi ve yüksek hızlara çıkılamamasıdır.

Analizler sonucu yük ve alan ile sürtünme katsayısı arasında bir ilişki olduğu ancak anlamlılık incelendiği zaman aralarındaki ilişkinin çok az olduğu görülmektedir.

Islak numuneler ile yapılan daha önceki çalışmalarda (Pan ve ark., 1988; Niwa ve ark., 2001, Yokura ve Niwa, 2002; Yokura ve Niwa, 2000) sürtünme katsayısı kuru sürtünme katsayısı değerlerinin ortalama 1.5 katı kadar çıkmıştır. Bu çalışmada bu oran 3 kata kadar çıkmıştır. Bunun nedeni ise diğerlerinin yaptığı ölçüm yöntemlerinde ölçülen sürtünme kuvvetinin yüzey sürtünmesi ve ölçme parçasının

batması nedeni ile meydana gelen yana itme kuvvetinin toplamına eşit olması ve ıslak numunelerde ölçme elemanının yana doğru itme kuvvetinin fazla değişmemesindedir. Bu durumda toplam sürtünme kuvveti çok fazla değişmemekte sadece yüzey sürtünmesindeki değişimin sürtünme kuvvetini artırdığı görülmektedir. Çalışmada ise, yalnız sürtünme ölçüldüğünden ıslak numunedeki gerçek sürtünme artışı çok daha yüksek çıkmıştır.

Bu çalışmada ıslak ve kuru numunedeki ölçülen sürtünme katsayılarının standart sapmaları diğer çalışmalara oranla daha kararlı çıkmıştır. Islak numunelerde standart sapmanın artmasının nedeni olarak da, absorbanların numune içerisinde her yara eşit olarak dağıtılamaması ve buna bağlı olarak şişmelerin farklı olması verilebilir.

B) PÜRÜZLÜLÜK TESTLERİ

Pürüzlülük değerlerinde daha önceki çalışmalar ile bir karşılaştırma yapılamamaktadır. Bunun nedeni ise yapılan çalışmada pürüzlülüğü sürtünme kuvvetine bağlı olarak, önceki çalışmalarda ise pürüzlülük direkt olarak mikron mertebesinde ölçülmüştür.

Bu çalışmada elde edilen pürüzlülük kuvvetinin (maksimum sürtünme kuvveti ile minimum sürtünme kuvveti arasındaki fark) 0.002 N ile 0.008 N arasında değiştiği görülmektedir. Bu durumdan da farklı markaların üst yüzey materyallerinin üst yüzey pürüzlülüklerinin çok farklı olduğu anlaşılmaktadır. Değer arttıkça pürüzlülük de artmaktadır.

C) SIKIŞTIRMA TESTLERİ

Bu çalışmada yapılan sıkıştırma ölçümlerinde bebeğin bebek bezinin emici bölgesine uyguladığı 5 kPa'lık basınç göz önüne alınarak, 150 cN kuvvet değerinde çalışılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda (Pan ve ark., 1988; Niwa ve ark., 2001, Yokura ve Niwa, 2002; Yokura ve Niwa,2000) aynı tip materyallerde KESF Test Cihazı kullanılmıştır. Bu cihazda ölçüm parçası kauçuk toptur. Bu durumda da elde edilen sıkıştırma enerjileri kauçuk topun esnemesini de (elastik enerjisini de) içermektedir. Bu nedenle deha önceki çalışmalarda sıkıştırma enerjileri 2.5 kata

kadar daha yüksek, gevşeme de ise RC değerleri diğer çalışmalarda elde edilenler ile aynı olmasına karşın, bu çalışmada elde edilen değerlerin standart sapmaları 1/20 katı kadar daha düşüktür. Bunun nedeni olarak da kauçuk topun numuneyi kararsız olarak ezmesi nedeniyle gevşeme sırasında standart sapma çok daha yüksek çıkmaktadır. Bu çalışmada kullanılan yöntem ise sadece materyalin karakteristiğini ölçtüğü için bu tür esnek materyaller için daha uygun olacağı görüşüne varılmıştır.

Bu çalışmada ıslak numunelerde sıkıştırma enerjisi artmıştır. Bunun nedeni ise absorbanların şişmesi nedeni ile alınan yolun artmasıdır. Diğer çalışmalarda ıslak numunelerde az miktarda düşüş olmaktadır. Kauçuk topun ıslak numunelerde absorbanları daha kolay yana itebilmesi nedeni ile gerçek karakter algılanamamıştır.

Islak ve kuru numunelerin sıkıştırma ve gevşemede oluşan histerisis büyüme, RC değeri küçülmektedir. Bunun nedeni gevşeme sırasında ıslak numunelerde absorbanların karakteristiğinin değişmesi ve suyun artırdığı viskozite nedeni ile kuvvetin azalmasıdır.

D) ISI İLETİMİ TESTLERİ

Daha önce yapılan çalışmalarda (Pan ve ark., 1988; Niwa ve ark., 2001, Yokura ve Niwa, 2002; Yokura ve Niwa, 2000) kullanılan ısı iletimi test yönteminde sabit basınç olarak 4.5 kPa kullanılmıştır. Bu çalışmada ısı iletimi ölçümlerinde kullanılan Hot-Wire yönteminde ise 2.16 kPa'lık bir basınçla çalışılmaktadır. Malzeme sıkıştıkça kalınlığı azalmakta ve yoğunluğu artmakta dolayısı ile hava boşlukları azalmaktadır (Hava boşluğunun da ısı iletimini azalttığı bilinmektedir). Her iki nedenle bu çalışmada ölçülen ısı iletim katsayısı ve ısı akısı değeri yaklaşık olarak daha önce yapılan çalışmada elde edilen değerlerin yarısı kadardır. Bu sonuçlardan da ısı iletiminin basınçtan çok fazla etkilendiği anlaşılmaktadır.

Islak numunelerde ısı iletimi değerleri incelendiği zaman, literatüre oranla bu çalışmada elde edilen değerler yaklaşık olarak 1.4 katıdır. Yüksek basınç değerinde numune içine hapis olan sıvı miktarı az olmaktadır. Bilindiği gibi tuzlu su ısı iletimini artırmaktadır. Bu çalışmada basınç düşük olduğundan numune içinde kalan sıvı miktarı fazla olmakta, bunun sonucu olarak da ısı iletim katsayısı yüksek olmaktadır.

Burada görüldüğü gibi Hot-Wire yöntemine göre ısı iletim katsayısı ölçümlerinde kuru ve ıslak ölçümler arasında fark çok yüksek olmaktadır.

E) BİRİNCİL TUTUM DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

Subjektif olarak bulunan birincil tutum değerlerinin ölçülen mekanik parametreler ile olan ilişkileri incelendiği zaman, fukurami ve numeri'de en fazla MMD'nin, koshide ise kalınlıktan sonra pürüzlülüğün denekleri etkilediği görülmüştür. Farklı karakter incelenmesine rağmen, deneklerin kararlarını etkileyen en önemli faktörün yüzey yapısı olduğu görülmektedir. Başka karakterlerin incelenmesi istenmesine rağmen, yüzey yapısı bozuldukça denekler numunenin daha kötü olduğu kanaatine varmaktadır.

Fukuramide dolgunluk ve yumuşaklık karakterinin değerlendirilmesi istenirken, denekler ikinci planda sertlik (LC) faktörüne önem vermişlerdir. Fukurami parametresini üçüncü olarak da ağırlık etkilemekte, ancak aralarındaki ilişki çok az olmuştur.

Koshide sertliğin değerlendirilmesi istenirken, denekler önce numune kalınlığından, sonra yüzey yapısından, son olarakta ısı iletiminden etkilenmiştir.

Numeride denekler öncelikle MMD özelliğini değerlendirmiştir. Daha sonra malzemenin plastik karakteristiğinden etkilenmiştir. RC değeri azaldıkça plastik karakter artar, bu durumda numune denekler tarafından daha pürüzlü algılanmıştır. Üçüncü olarak da malzeme yumuşadıkça düşen LC değerine bağlı olarak, numune daha pürüzsüz olarak algılanmıştır. Daha sonra da pürüzlülük değeri algılanmıştır. Bu değer arttıkça numune değeri azalmaktadır. Denekler daha az olarak da numunenin ısı karakteri ve kalınlığından da etkilenmiştir.

Genel olarak incelendiğinde ise insanların yüzey karakteristiğinden çok fazla etkilendiği ve numune hakkında karar vermede kullanılacak en önemli faktör olduğu anlaşılmaktadır.

Islak numunelerde yapılan fukurami testlerinde su tutma kapasitesi ve numune ağırlığı ile çok büyük korelasyon, üçüncü olarak da ısı iletim katsayısında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Dolgunluk ve yumuşaklığı ölçen bu testte anlamlı ilk iki değer beklenen sonuçlardır. Isı iletimi ile görülen negatif ilişki deneklerin malzemede

hissettikleri soğukluğun etkisinde kaldıklarını göstermektedir. Bu testte WC ile görülen daha az ilişki deneklerin malzemenin ıslanmış haldeki sertliğinden çok az etkilendiklerinin göstermektedir.

Islak numunelerde yapılan koshi testlerinde anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Malzemenin sertliği ve ağırlığı ile çok az ters ilişki görülmüştür. Su tutma da malzemenin sertliği ve ağırlığını da etkilediğinden, daha azda olsa görülen ilişki normaldir.

Numeride en fazla anlamlı bulunan sürtünme katsayısının standart sapması arttıkça değer azalması normal bir sonuçtur. Sürtünme katsayısı ile görülen daha az ilişkide ıslak numunelerde deneklerin daha doğru karar verebildiklerini gösterir. Bu testte daha az anlamlı görülen sıkıştırma enerjisi (WC) ile ters ilişki ıslak numunelerde deneklerin malzemenin sertliğinden de etkilendiğini göstermektedir. Su tutma ile görülen az ilişki malzemenin emdiği su miktarı arttıkça kuru farında numune yüzeyindeki dalgalanmaların azalması nedeni ile deneklerin malzemenin dah düzgün olduğu hissini algılamalarındandır. Denekler diğer testlerde de görüldüğü gibi, azda olsa ısı iletim katsayısından etkilenmektedir. Bu özellikte malzemenin ağırlığı ile görülen pozitif ilişki su tutmanın etkisini pekiştirmektedir.

Genel olarak ıslak numunelerde birincil tutum değerlerinin beklenene yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Malzemenin ıslanma nedeni ile sertleşmesinin, şişmesinin, ölçülen parametrelerin değişmesinin etkileri de bariz olarak görülmektedir.

F) ISLAK VE KURU NUMUNELERDE OBJEKTİF SONUÇLARIN KARŞILIKLI OLARAK İNCELENMESİ

Islak ve kuru numunelerin objektif sonuçlarının karşılıklı olarak incelenmesinde aşağıdaki özellikler dikkat çekmektedir. Numunelerin kuru ağırlıkları arasında çok fazla fark olmamasına karşın su tutma kapasiteleri kullanılan süperabsorbana bağlı olarak iki katından fazla değişmekte ve kuru ağırlıkları ile ilişkisi olmadığı görülmektedir. Kuru ve ıslak halde malzeme kalınlıkları farkı 3.83 mm ile 2.39 mm arasında değişmektedir. En az kalınlık değişimi su tutma kapasitesi en yüksek olan numunede ortaya çıkmıştır. Buda absorbanların emiciliklerinin çok farklı olduğunu,

su tutma özelliğinin hacim değişimini etkilemediği anlaşılmaktadır. Kuru haldeki ısı iletimi katsayıları ve buna bağlı olarak ısı akısı çok farklı olmadığı halde, ıslak numunelerde iki katını aşan bariz farklar görülmektedir. Bu etki absorbanların suyu yüzey suyu halinde değil, bünyesinde tutmasından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda ıslak numunelerde ısı akısı 8 katı aşan oranlarda artmaktadır. Bu nedenle özellikle ıslak numunelerde deneklerde ısı akısı ve ısı iletim katsayısı değerlerinden fazla etkilenmektedir. İncelenen özellikler, özellikle ıslak numunelerde süperabsorbanların kalitesinin önemini vurgulamaktadır.

Sürtünme katsayısı ve standart sapma değerlerinin su tutma kapasitesi ile ilgisi olmadığı, ancak sıvı emiliminin aynı numune üzerinde bölgesel olarak farklılık göstermesi (absorban yerleşiminin numunenin her yerinde aynı olması) nedeni ile numune üzerinde bombeleşmeler oluşmuş ve buna bağlı olarak da sürtünme kuvvetinin ve özellikle standart sapmasının artışına neden olmuştur.

Sonuç olarak çalışmada genel olarak kullanıcılar için bebek bez kalitesini 'süperabsorbanların kalitesinin ve yüzey malzemesinin pürüzlülüğünün' belirlediği bulunmuştur.

KAYNAKÇA

ABİTZ, P. (2001). The True Value Of Fluff Pulp. *Nonwovens World*. 101-107

ADAMS, K.L. , REBENFELD, L. (1987). In-Plane Flow Of Fluids In Fabrics: Structure/Flow Characterization. *Tekstile Research Journal*. 57(11): 647-654.

AJAYI, J.O. , ELDER H.M. (1997). Fabric Friction, Handle, And Compression. *Journal Textile Institue*. 88, Part 1 (3): 232-241.

AJAYI, J.O. (1992). Effects Of Fabric Structure On Frictional Properties, *Textile Research Journal*. 62(2): 87-93.

AJAYI, J.O. (1992). Fabric Smoothness, Friction, And Handle, *Textile Research Journal*. 62(1): 52-59.

AKİN, F., SPRAKER, M.D., ALY, R., LEYDEN M.D., RAYNOR, W. , LANDIN W. (2001). Effects Of Breathable Disposable Diapers: Reduced Prevalence Of *Candida* And Common Diaper Dermatitis. *Pediatric Dematology*. 18(4): 282-290.

ALIOUCHE, D., BAL, K. , LAHFATI, K. (2000). D'absorption Des Liquides Par Les Biotextiles A Structure Absorbante Complexe. Influence Des Gels De Polymeres Superabsorbants. *Ann. Chim. Sci. Mat*. 25: 557-566.

BIRKAN I. (1958). Tekstil Elyaf Ve Flamanlarında Elastik Histerisis İle Alakalı Problemler (Krip Ve Releksasyon). Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul. 82s.

BROWN, D. S. (2001). Diapers&Underpads: Skin Integrity Outcomes, Nonwovens World. 96-100

BS 1695. (1986). Urological catheters- part I. British Standards Institute. UK.

BUDTOVA, T., NAVARD, P. (1998). Swelling Kinetics Of A Polyelectrolyte Gel In Water And Salt Solutions. Coexistence Of Swollen And Collapsed Phases. *Macromolecules*. 31: 8845-8850.

BUDTOVA, T.V., BELNIKEVICH, N.G., SULEIMENOV, I.,E. , FRENKEL, S., Y. (1993). Concentration Redistribution Of Low-Molecular Weight Salts Of Metals In The Presence Of A Strongly Swelling Polyelectrolyte Hydrogel. *Polymer*. 34(24): 5154-5156.

CAMPBELL, R.L., SEYMOUR, J.L., STONE, L.C. , MILLIGAN, M.C. (1987). Clinical Studies With Disposable Diapers Containing Absorbent Gelling Materials: Evaluation Of Effects On Infant Skin Condition. *Journal Of The American Academy Of Dermatology*. 17(6): 978-987.

CARNABY, G.A. , PAN, N. (1989). Theory Of The Compression Hysteresis Of Fibrous Assemblies. *Textile Research Journal*. 59: 275-284.

CARNABY, G.A., WOO, E.J. , STORY, L.F. (EDS.). *The Application Of Mathematics And Physics In The Wool Industry*. Wronz Special Publications. 625p.

CARR, W.W., POSEY, J.E., , TINCHER, W.C. (1988). Frictional Characteristics Of Apparel Fabrics. *Textile Research Institute*. 129-136.

CHEURELL, D.M., SPIVAK, S.M. , HOLLIES N.R.S. (1985). Dynamic Surface Wetness Of Fabrics In Relation To Clothing Comfort. *Textile Research Journal*. 55: 94-399.

COTTENDEN, A.M. , LEDGER, D.J. (1993). Predicting The Leakage Of Bodyworn Disposable Incontinence Pads Using Laboratory Tests. *Journal Biomedical Engineering*. 15: 212-220.

COTTENDEN, A.M., DEAN, G.E. , BROOKS, R.J. (1997). Predicting The Leakage Performance Of Small Bodyworn Disposable Incontinence Pads Using Laboratory Tests. *Medical Engineering Physics*. 19(6): 556-571.

CUSICK, G. E., TECH, M., TEXT, D. , HOPKINS, T. (1990). Absorbent Incontinence Products. *Textile Progress*. 20(3): 1-35.

ÇOBAN, S. , CIRELI, A. (1991). Tutumun Sayısal Olarak Değerlendirilmesi. *Tekstil Ve Konfeksiyon*. 4: 351-356.

DE JONG, S., SNAITH, J.W., AND MICHIE, N.A. (1986). A Mechanical Model For The Lateral Compression Of Woven Fabrics. *Textile Research Journal*. 56: 759-767.

DHARMADHIKARY, R.K., DAVIS, H., GILMORE, T.F. , BATRA, S.K. (1999). Influence Of Fiber Structure On Properties Of Thermally Point Bonded Polypropylen Nonwovens. *Textile Research Journal*. 69(10): 725-734

DUNLOP, J. I. (1989). On The Compression Characteristics Of Fibre Masses. *Journal Textile Institue*. 74: 92-97.

DUNLOP, J. L. (1974). Characterizing The Compression Properties Of Fiber Masses. *Journal Textile Institue*. 65: 532-536.

DUPUIS, D., POPOV, G. , VIALLIER, P. (1995). Compression Of Greystate Fabrics As A Function Of Yarn Structure. *Textile Research Journal*. 65(6): 309-316.

ELDER, H.M., FISHER, S., ARMSTRONG, K. , HUTCHISON, G. (1984). Fabric Softness, Handle, Compression. *Journal Textile Institue*. 75: 37.

ERGÜN, M. (1995). Bilimsel Araştırmalarda Bilgisayarla İstatistik Uygulamaları: SPSS For WINDOWS.291p.

ELDER, H.M., FISHER,S., ARMSTRONG, K. , HUTCHISON, G. (1984). Fabric Softness, Handle, And Compression. Journal Textile Institue. 75(1). 37-64.

FOHR, J.P., COUTON, D. , TREGUIER. (2002). Dynamic Heat And Water Transfer Through Layered Fabrics. Textile Research Journal. 72(1). 1-12.

GWOSDOW, A.R., STEVENS, J.C., BERGLUND, L.G. , STOLWIJK, A.J. (1986). Skin Friction & Fabric Sensation In Neutral And Warm Environments. Textile Research Journal. 574-580.

H. SELKER TRÜTZSCHLER GMBH&CO. KG., Almanya (2002). Dokusuz Yüzey Endüstrisi İçin Optimal Lif Hazırlama Yöntemi. 1. Uluslar Arası Teknik Tekstiller Kongresi. İzmir.

HANSON, J. P. (2001). The Test Mess Part V. Nonwovens World. 56-72.

HEARLE, J.W.S. , HUSAIN, A.K.M.M. (1971). Studies In Needled Fabrics: Effects Of Friction On The Processing And Properties Of Needle-Bonded Fabrics. Journal Textile Institue. 62: 83.

HEARLE, J.W.S., THWAITES, J.J. , AMIRBAYAT, J. (Eds.), Sijthoff & Noordhoff. Hollanda. 653p.

HOFFMAN, R. , BESTE, L.F. (1951). Some Relations Of Fiber Properties To Fabric Hand. Textile Research Journal. 21: 66-77.

HOLLIES, N.R.S., CUSTER, A.G., MORIN, C.J. , HOWARD, M.E. (1979). A Human Perception Analysis Approach To Clothing Comfort. Textile Research Journal. 49: 557-564.

HSIEH, Y.L. , YU, B. (1992). Liquid Wetting, Transport, And Retention Properties Of Fibrous Assemblies Part II. Textile Research Journal. 62(12): 697-704.

HUANG H. , GAO, X. (2002). Spunbond Technology. Trcs.He.Utk.Edu/Textile/Nonwovens/Spunbond.Html.

HUANG, W. , GROSH, T.K. (2002). Online Characterization Of Fabric Compressional Behavior. Textile Research Journal. 72(2): 103-112.

ISO 11948-1. (1996). Urine absorbing aids-part I: whole product testing. International Standards Organization. Geneva. Switzerland.

ISO 11948-2. (1996). Urine Absorbing Aids-Part 2: Determination Of Short-Term Liquid Release (Leakage) Under Conditions Of Light Incontinence And Low Pressure. International Standards Organization. Geneva. Switzerland.

JANNIGER, C.K. , THOMAS I. (1993). Diaper Dermatitis: An Approach To Prevention Employing Effective Diaper Care. Pediatric Dermatology. 52: 153-155.

JEON, B. S. (2001). Therotical Orientation Density Function Of Spunbonded Nonwoven Fabric. Textile Research Journal. 71(6): 509-513.

JIRSAK, O., GOK, T., OZIPEK, B , PAN, N. (1998). Comparing Dynamic And Static Methods For Measuring Thermal Conductive Properties Of Textiles. Textile Research Journal. 68(1): 47-56.

KANNADAGULI, M. (2002). Introduction To Nonwovens. Trcs.He.Utk.Edu/Textile/Nonwovens/Intro.Html.

KAWABATA, S., NIWA, M. , WANG F. (1994). Objective Hand Measurement Of Nonwoven Fabrics Part I: Development Of The Equation. Textile Research Journal. 64(10): 597-610.

KENINS, P. (1994). Influence Of Fiber Type And Moisture On Measured Fabric-To-Skin Friction. *Textile Research Journal*. 64(12): 722-728.

KISSA, E. (1996). Wetting And Wicking. *Textile Research Journal*. 66: 660-668.

KIEKENS, P , ZAMFIR, M. (2002). Non-Wovens From Cotton Fibres For Absorbent Products Obtained By The Needle-Punching Process. *Autex Research Journal*. 2(4): 166-174.

KIM, H. S., DESHPANDE, A. , POURDEYHIMI, B. (2001). Characterizing Structural Changes In Point Bonded Nonwoven Fabrics During Load-Deformation Experiments. *Textile Research Journal*. 71(2):157-164

KIM, O.J. , SLATEN, B.L. (1999). Objective Evaluation Of Fabric Hand Part I: Relationships Of Fabric Hand By The Extraction Method And Related Physical And Surface Properties. *Textile Research Journal*. 69(1): 59-67.

KOMORI, T. , ITOH, M. (1991). A New Approach To The Theory Of The Compression Of Fiber Assemblies. *Textile Research Journal*. 61(7): 420-428.

KOMORI, T., , MAKISHIMA, K. (1991). A New Approach To The Theory Of The Compression Of Fiber Assemblies. *Textile Research Journal*. 61(7): 420-428.

LANE, A.T., REHDER, P.A., HELM, K. (1990). Evaluation Of Diapers Containing Absorbent Gelling Material With Conventional Disposable Diapers In Newborn Infants. *AJDC*. 144: 315-318.

LEE, D.H. , CARNABY, G.A. (1992). Compressional Energy Of The Random Fiber Assembly, Part I: Theory. *Textile Research Journal*. 62: 357-369.

LI, Y. , LUO, Z.X. (2000). Physical Mechanics Of Moisture Diffusion Into Hygroscopic Fabrics During Humidity Transients. *Journal Textile Institute*. 91(2): 302-323.

LLOYD, D.W. (1980). The Analysis Of Complex Fabric Deformations. *Mechanics Of Flexible Fibre Assemblies*. 311-342.

LUO, Z.X., FAN, J.T. , LI, Y. (2000). Heat And Moisture Transfer With Sorption And Condensation In Porous Clothing Assemblies And Numerical Simulation. *International Journal Heat Mass Transition*. 43(16): 1989-3000.

LY, D.G., TESTER, D.H., BUCKENHAM, P., ROCZNIOK, A.F., ADRIAANSEN, A.L., SCAYSBROOK, F. , DE JONG, S. (1991). Simple Instruments For Quality Control By Finishers And Tailors. *Textile Research Journal*. 61: 402-406.

MALKAN, S.R. , WADSWORTH, L.C. (1992). A Review On Spunbond Technology, Part I. *Nonwovens*. 4: 24-33.

MATSUDAIRA, M. , QIN, H. (1995). Features And Mechanical Parameters Of A Fabric's Compressional Property. *Journal Textile Institute*. 86(3): 476-486.

MAYER, R., LIGHTFOOT, M. , JUNG, I. (2001). Preliminary Evaluation Of Calcium Hydroxylapatite As A Transurethral Bulking Agent For Stres Urinary Incontinence. *Urology*. 57(3): 434-438

MCLEAN,E.C., WADSWORTH, L.C. , GOSAVI, N. (2001). Cotton Based Nonwovens.

NIWA, M., INOUE, M. , KAWABATA, S. (2001). Objective Evaluation Of The Handle Of Blankets. *Textile Research Journal*. 71(8). 701-710.

PAN, N., YEN, K.C., ZHAO, S.J. , YANG, S.R. (1988). A New Approach To The Objective Evaluation Of Fabric Handle From Mechanical Properties Part I: Objective Measures For Primary Handle. Textile Research Institute. 531-537.

PEIRCE, F.T. (1930). The "Handle" Of Cloth As A Measurable Quantity. Journal Textile Institute. 37. 285-292.

POPOV, E.P. (1976). Mukavemet Katı Cisimlerin Mekaniğine Giriş. (Çev. H. Demiray). Çağlayan Kitapevi.

POSTLE, R. , NORTON, A.H. (1988). Physical And Mathematical Consideration For The Modelling Of Fabric Deformation . 63-73.

POSTLE, R. , NORTON, A.H. (1991). Mechanics Of Complex Fabric Deformation And Drape. Journal Of Applied Polymer Science: Applied Polymer Symposium. 47. 323-340.

RAHEEL, M. , LIU, J. (1991). An Empirical Model For Fabric Hand Partı: Subjective Assessment. Textile Research Journal. 79-82.

REES, W.H. (1946). The Transmission Of Heat Through Textile Fabrics. Journal Textile Institute. 32. 149.

SCHUCK, R.O. , LOEB, L. (1970). Technique For Comparative Frictional Measurements On Wet Fabrics. Textile Research Journal. 40. 957.

SEKLER, H., TRÜTZSCHLER GMBH&CO. KG., ALMANYA. (2002). Dokusuz Yüzey Endüstrisi İçin Optimal Lif Hazırlama Yöntemi. 1. Uluslar Arası Teknik Tekstiller Kongresi. İzmir.

STOCKBRIDGE, I.I.C.W., Kenchington, K.W.L., Corkindale, K.G. & Greenlands, J. (1957). The Subjective Assessment Of The Roughness Of Fabrics. *Journal Textile Institue*. 48. 26.

SULZBERGER, M.B., CORTESE, T.A., FISHMAN, L. , WILEY, H.S. (1966). Studies On Blisters Produced By Friction. *Journal Invest. Derm.*. 47. 456-465.

TAYLOR, P.M. , POLLET, D.M. (2002). Static Low-Load Lateral Compression Of Fabrics. *Textile Research Journal*. 72(11): 983-990.

UKPONMWAN, J.O. (1994). Compressibility Analysis Of Dry Abraded Woven Fabrics. *Textile Research Journal*. 64(12): 756-760.

VAN WYCK, C.M. (1963). A Study Of Fabric-On-Fabric Dynamic Friction . *Journal Textile Institue*. 54: 143.

VIRTO, L. , NAIK, A. (1997). Frictional Behavior Of Textile Fabrics. *Textile Research Journal*. 67(11): 793-802.

VIRTO, L., CARBONELL, M., , NAIK, A. (2002). Physical Analysis Of The Compression Of Filament Assemblies. *Textile Research Journal*. 72(6): 474-480.

WANG, X. , MICHELSEN, S., (2001). Morphology Gradients In Thermally Point Bonded Polypropylene Nonwovens . *Textile Research Journal*. 71(6): 475-480.

WARNER, S. B. (1989). Thermal Bonding Of Polypropylene Fibers. *Textile Research Journal*. 59: 151-159

WEI, K. Y. , VIGO, T. L. (1985). Structure Property Relations Of Thermal Bonded Nonwovens. *Journal App. Polym. Sci.*. 30: 1523-1534.

WILSON, D. (1963). A Study Of Fabric-On-Fabric Dynamic Friction. *Journal Textile Institue*. 54: 143.

YOKURA, H. , NIWA M. (1997). Objective Hand Evaluation Of Non-Wovens Used For Nappies. *International Journal Of Clothing Science And Technology*. 9(3): 207-213.

YOKURA, H. , NIWA M. (2002). Objective Hand Measurement Of Nonwovens Used For Top Sheet Of Disposable Diapers. *International Journal Of Clothing Science And Technology*. 14(3/4): 230-237.

YOKURA, H. , NIWA, M. (2000). Changes In Disposable Diaper Properties Caused By Wetting. *Textile Research Journal*. 70(2): 135-142.

ZHONG, W., DING, X. , TANG, L. (2001). Modelling And Analyzing Liquid Wetting In Fibrous Assemblies. *Textile Research Journal*. 71(9): 762-766.

ZHONG, W., DING, X. , TANG, L. (2002). Analysis Of Fluid Flow Through Fibrous Structures. *Textile Research Journal*. 72(9): 751-755.

ZUREK, W., JAN KOWIAK, D. , FRYDRYCH, I. (1985). Surface Frictional Resistance Of Fabrics Woven From Filament Yarns. *Textile Research Journal*. 55: 113.