DESIGN & ENGINEERING OF ECOEFFICIENT, BIODEGRADABLE PACKAGING MATERIALS.

Ramani NARAYAN
Michigan State University, East Lansing Michigan 48824 USA
http://www.msu.edu/user/narayan

I. Introduction

New environmental regulations, societal concerns, and a growing environmental awareness throughout the world have triggered the search for new products and processes that are compatible with the environment. Sustainability, Industrial ecology, Ecoefficiency, and green chemistry are the new principles that are guiding the development of the next generation of products and processes. Thus, new products have to be designed and engineered from "conception to reincarnation" incorporating a holistic "life cycle thinking approach". The ecological impact of raw material resources used in the manufacture of a product and the ultimate fate (disposal) of the product when it enters the waste stream has to be factored into the design of the product. The use of annually renewable resources and the biodegradability or recyclability of the product is becoming an important design criterion. This has opened up new market opportunities for developing biodegradable and biobased products as the next generation of sustainable materials that meets ecological and economic requirements -- **ecoefficient products**.[1-3]

Currently, most products are designed with limited consideration to its ecological footprint especially as it relates to its ultimate disposability. Of particular concern are plastics used in single-use disposable packaging and consumer goods. Designing these materials to be biodegradable and ensuring that they end up in an appropriate disposal system is environmentally and ecologically sound. For example, by composting our biodegradable plastic and paper waste along with other "organic" compostable materials like yard, food, and agricultural wastes, we can generate much-needed carbon-rich compost (humic material). Compost amended soil has beneficial effects by increasing soil organic carbon, increasing water and nutrient retention, reducing chemical inputs, and suppressing plant disease. Composting is increasingly a critical element for maintaining the sustainability of our agriculture system [4].

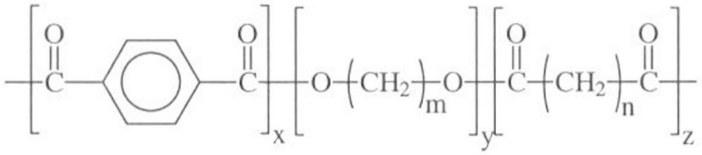
ASTM, European (CEN), German (DIN), Japan (JIS) and ISO (International Standards Organization) Standards have been developed or are under development to evaluate biodegradability under different environmental/disposal conditions like composting, soil, marine, wastewater treatment facility, and anaerobic digesters. ISO has also formed a technical committee (ISO/TC 207) to address standardization in the field of environmental management and brings to the forefront the need for industry to address how their products and processes impact the environment. It is expected that these Standards will have an impact on the industry similar to ISO 9000. These and other programs like "Responsible Care" will continue to drive industry towards ecoefficient products like biodegradable plastics.

Biodegradable plastics and biobased products based on annually renewable agricultural and biomass feedstocks can form the basis for a portfolio of sustainable, ecoefficient packaging products that can compete and capture markets currently dominated by products based exclusively on petroleum feedstocks. Biodegradable plastic packaging products are under commercialization by several small and major companies.

This paper provides a broad overview of the major technology developments to manufacture eco-efficient, sustainable, biodegradable packaging plastics specifically focusing on the technologies that this author has contributed to. In addition, a brief summary of evolving worldwide Standards for biodegradable plastics is reviewed.

II. Biodegradable Plastics Technologies

Aliphatic polyesters and copolyesters



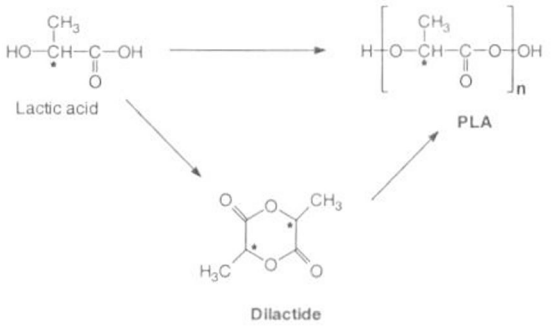
terephthalic Diol Aliphatic diacid

Incorporation of an ester group on the backbone of the polymer opens up the polymer to attack by nonspecific esterase secreted by soil microorganisms and water (hydrolytic attack). In all probability both enzymatic and hydrolytic mechanisms operate in varying degrees during the biodegradation process. Ultimately the polymer chains are broken down into smaller molecules, which are readily assimilated by soil microorganisms.

Several biodegradable plastic film technologies based on aliphatic polyesters and copolyesters have emerged spearheaded by Eastman Chemical, DuPont, BASF, Mitsui Chemicals, Showa High Polymer. The following figure shows the general copolyester structure. Aliphatic polyesters like poly(ε-caprolactone) and poly(lactic acid) are also viable biodegradable polyesters that are being marketed.

However, the problem with these polyesters is cost and rate of biodegradation. Reactive blending with Starch offers the advantage of cost reduction, enhanced rate of biodegradation and the eco advantage of using a renewable agricultural resource.

Poly (Lactic acid) Polymers

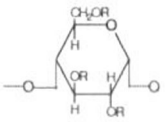


Hydrolysis of cornstarch yields simple sugars that can be readily fermented into lactic acid. L-Lactic acid is produced by the bacterial fermentation of corn sugar (D-glucose): $C_6H_{12}O_6 = 2C_3H_6O_3$, $\Delta Go(25oC) = -136kJ/mol$. There is considerable commercial and R&D activity in the field of biodegradable plastics based on lactic acid polymers. The basic chemistry involves step polymerization (condensation polymerization) of lactic acid (α-hydroxy acid). Mitsui Chemicals (Japan) have successfully reported on the preparation of high molecular weight poly(lactic acid) polymer by the direct condensation route. Another route to high molecular weight PLA is through the dilactone of lactic acid. The attached reaction scheme illustrates the two approaches.

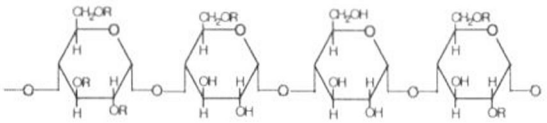
The fundamental technology and engineering development for PLA polymers that currently forms the basis for the 10 MM pound PLA plant currently operated by Cargill was developed by us [5-7]. With over 50 billion in annual sales, Cargill is the largest privately held company in the US. Recently, Cargill formed a joint venture with Dow Chemical Company to manufacture and sell PLA polymers. The first commercial product, a thermoformed yogurt cup (Dannon) has aebuted in Germany.

Starch Esters

Structure of Starch Esters



Starch triester



Random copolymer of mono, di, and tri substituted starch ester

[R = $-COCH_3$; $-CO(CH_2)_nCH_3$ (n = 2 to 18); maleate, succinate]

The first starch plastics in the marketplace were starch filled polyethylene. They were only bio-disintegrable and not completely biodegradable in practical time frames. Data showed that only the surface starch biodegraded leaving behind a recalcitrant polyethylene material. Products made from these resins do not meet the criteria of complete biodegradability in defined disposal systems (like composting) and within the operational time frames of the disposal system

Modification of the starch -OH groups by esterification chemistry to form starch esters of appropriate degree of substitution (1.5 to 3.0 ds) imparts thermoplasticity and water resistance [8]. Unmodified starch shows no thermal transitions except the onset of thermal degradation at around 260 ^{0}C. Starch acetate of ds 1.5 shows a sharp glass transition at 155^{0}C an l starch propionate of same ds had a Tg of 128^{0}C. Plasticizers like glycerol triacetate and diethyl succinate are completely miscible with starch esters and can be used to improve processability. Water resistance of the starch esters is greatly improved over the unmodified starch. The starch ester resin reinforced with biofibers [9] has properties comparable to general-purpose polystyrene (see Table below).

EverCorn Inc., a Michigan company is commercializing biodegradable plastics based on starch esters and blends [10] of starch esters with aliphatic polyesters. Appropriately formulated starch esters with plasticizers and other additives provide resin compositions that can be used to make injection molded products and for direct lamination onto Kraft paper. Starch acetates up to ds=2.5 undergo complete and rapid bi ›degradation. In the case of starch triacetates, 70% of the carbon is

converted to CO_2 at 58^0C in 45 days [11]. National Starch & Chemical offer intermediate ds starch esters for biodegradable plastics applications.

Although, properties of the starch ester resin are comparable to polystyrene, and can be injection molded in cycle times comparable to polystyrene, two problems surface. Cost, and in some applications, weight because of its higher density. If one could effectively foam the product in an extrusion or injection molding operation, less material will be required and so the cost per article would be less. This would be true for all biodegradable plastics. Therefore, generic process technology to make biodegradable foam plastics would be very useful in the effort to successfully commercialize biodegradable plastic products.

Starch Foam Technology

National Starch & Chemical in a series of patents [12,13] disclosed the preparation of foamed loose fill packaging material based on starch which has the resilience and compressibility of PS. The material used is high amylose corn starch with 70% amylose content. The high amylose corn starch was modified using propylene oxide (about 0.5 % degree of substitution, up to 10% by weight) and *water* is used as the plasticizer and blowing agent. The process is conducted in a twin screw extruder with appropriate screw elements and using an annular die. We have been working in the development and further improvement of the loose fill packaging material and extending it to produce sheets and other shaped articles.

This year, in conjunction with us, a Michigan based small business, KTM Industries/KidTech Tools, is cleverly exploiting the lightweight, non-toxic, water wetable adhesive property of the extrusion foamed starch articles in the toys (construction materials), educational, games, arts & crafts for children. It's first product a multi-colored foamed noodle under the trade name "Wet N' Set Magic Nuudles" is being sold in specialty toy and teacher supply stores in the United States and worldwide (visit web site www.wetnset.com). Its initial reception by the schoolteachers' community has been tremendous. The ability to create and construct shapes and objects, using a completely safe starch material and water as the binder (glue), opens up tremendous opportunity for developing educational building modules. Special education students, and elderly adults would find this material very useful and educational

Starch-poly(ε-caprolactone) blend technology [14-17]

This reactive blend technology was developed by us for biodegradable film applications like lawn & leaf collection compost bags, agricultural mulch film etc. The technology involves the following steps:

- Preparation of thermoplastic starch -- Plasticization of the starch in a twin screw extruder with appropriate screw elements [15, 17] using glycerol as the plasticizer with little or no water in a co-rotating twin screw extruder.
- Polymerization (REX) of epsilon caprolactone directly in an extruder with residence times of 2-3 minutes, to provide a novel, multi-arm, branched polycaprolactone polymer having M_n values greater than 100,000 and M_w values around 300 to 400,000 using Aluminium trialkoxides as catalyst [17]. Commercially, PCL is produced using a batch process with a residence time of around 4 hours.
- Down stream compounding of the new, branched polymer by reactive blending with thermoplastic starch during the extrusion polymerization operation. Some grafting of the PCL chains on to the starch occurs during this step, and the *insitu* generated graft copolymer is able to compatibilize the two phases giving better properties to the resulting blend.

Finally, a one step continuous process to prepare compatibilized poly(ε-caprolactone)-thermoplastic starch blends from caprolactone monomer and starch using two extruders in a T configuration has been developed.

Three other companies, Novamont (Italy), BioCorp, and Milleta (Biotech Division, Germany), are manufacturing starch-PCL blends for film applications (compost bags, trash bags). Starch is plasticized using water or hydroxy solvents and blended with a commercial poly caprolactone (Tone 787) polymer from Union Carbide.

III. Standards For Biodegradable Plastics (18)

When industry began implementing approaches to design biodegradable plastics and products, questions about the practicality, efficacy, and the effects of such products on the environment were raised. The U.S. Federal Trade Commission (FTC), a group of State Attorney General's, State legislatures, and the U.S. Congress became very concerned about the various degradability and environmental claims being made, especially as they related to existing waste management practices. Verification of degradability claims and environmental fate and effects of the new degradable products using acceptable well-defined testing protocols were lacking.

Several companies introduced starch filled (6-15%) polyolefins that were claimed to be biodegradable materials. At best, these materials only disintegrated and did not completely biodegrade.

Standards have been developed or are under development by National Standards bodies (USA (ASTM); European (CEN), German (DIN), Japan (JIS)) and the International Standards Organization (ISO) to evaluate and quantify

biodegradability under different environmental/disposal conditions like composting, soil, marine, wastewater treatment facility, and anaerobic digesters. The Standards are in harmony with each other and there are no major differences between them. It is expected that the ISO Standards will bring all these Standards together and provide globally acceptable Standards. Certification and logo schemes based on these Standards are in place.

IV. ASTM (USA)

ASTM Technical Committee on Plastics (D20) formed a subcommittee D20.96 on "Environmentally Degradable Plastics" to address the issue of standards for degradable polymers. The scope of the subcommittee was the promotion of knowledge, and the development of standards (classification, guide, practice, test method, terminology, and specification) for plastics, which are *intended to environmentally degrade.* One hundred and seventy plus members representing a broad spectrum of interests ranging from producers, converters, users, consumers, and general interest joined the subcommittee. Industry, government, academia, and national laboratories were represented on the subcommittee.

A major milestone was met with the approval of the *"Standard Specification for Compostable Plastics" D6400-99.* This Standard establishes criteria (specifications) for plastics and products made from plastics to be labeled compostable. It establishes whether plastics and products made from plastics will compost satisfactorily, including biodegrading at a rate comparable to known compostable materials. This specification is comparable to what is being developed by CEN (European Committee for Standardization) in Europe today, and in harmony with the German Standard (DIN 54900), moving the industry closer to global standards. The Specification Standard is based on and references three other D20.96 Standard documents for the testing and identification of plastics that will biodegrade and compost satisfactorily.

V. European Standards (CEN, DIN)

The European Commission (EC) has mandated the development of Standards for Biodegradable Packaging Materials. This is under the jurisdiction of CEN TC 261(packaging)/SC4 (packaging & environment)/WG2(degradability & compostability). The Standard (EN 13432) is very similar to the ASTM D6002, except that it has pass/fail specifications built into it. The key specification is the requirement of >90% biodegradability for blends, copolymers etc., as measured by ISO14855 (controlled composting) test method.

In Germany for biodegradable plastics to be accepted in compost operations and satisfy the DSD requirement, the plastic will have to pass the DIN 54900. This is similar to the CEN standard and is a three tiered testing protocol (like the ASTM

D6002). It has the same strict pass/fail requirements of the CEN Standard – requiring complete biodegradability and disintegration to become a integral part of the compost. A product certification from DIN-CERTO (an affiliate of the DIN Standards Organization) would be needed – third part validation.

VI. International Standards Organization (Iso) Standards

ISO/TC 61 is the International Committee responsible for Plastics standards. Under this committee biodegradable plastic International Standards are in development in Subcommittee 5, Working Group 22. These Standards are in harmony with the ASTM, CEN (European), and DIN (German) Standards. Several Standards have issues and more are under development. The issued Standards are:

VII. References

[1] Narayan, R., Commercialization Technology: "A Case Study of Starch Based Biodegradable Plastics" In Paradigm for Successful Utilization of Renewable Resources, Eds: D.J. Sessa and J.L. Willett, AOCS Press, Champaign, Illinois, pg. 78, 1998

[2] Narayan, R., Polymeric Materials from Agricultural Feedstocks, In Polymers from Agricultural Coproducts, Ed., M.L. Fishman, R.B. Friedman, and S.J. Huang, Am. Chem. Soc. Symp. Ser., 575, 2, 1994.

[3] Narayan, R., Impact of Governmental Policies, Regulations, and Standards Activities on an Emerging Biodegradable Plastics Industry, In Biodegradable Plastics and Polymers, Eds., Y. Doi & K. Fukuda, Elsevier, New York, 1994, pg. 261

[4] Narayan, R., Biodegradation of Polymeric Materials (Anthropogenic Macromolecules) During Composting, In "Science and Engineering of Composting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects"; Eds. H. A. J. Hoi ink and H.M. Keener, Renaisance Publications, Ohio, 1993, pg 339

[5] David Witzke, Ph.D Thesis, Michigan State University, 1997

[6] Witzke, D., R. Narayan, & J. F. Kolstad; "Reversible Kinetics and Thermodynamics of the Homopolymerization of L-Lactide with 2-Ethylhexanoic Acid Tin(II) salt", **Macromolecules**, 30, 7075, 1997

[7] Carlson, D., P. Dubois, and R. Narayan, Free Radical Branching of Polylactide by Reactive Extrusion, Polymer Eng., & Sci., 38 (2), 311, 1998,

[8] Ramani Narayan, Steven Bloembergen and Amit Lathia, "A Method of Preparing Biodegradable Modified-Starch Moldable Products and Films", U.S. Patent Allowed International Publication Number WO 95/04083, 1995

[9] Narayan, R., "Microfiber Reinforced Biodegradable Starch Ester Composites with En ıanced Shock Absorbance and Processability."U.S. Patent allowed, 1997

[10] Bloembergen, S., and R. Narayan, "Biodegradable Moldable Products and Films Comprising Starches Esters and Polyesters", U.S. Patent 5,462,983, 1995

[11] Bloembergen, S., J. David, D. Geyer, A. Gustafson, J. Snook, and R. Narayan, Biodegr: dation And Composting Studies of Polymeric Materials, In Biodegradable Plastics and Polymers, Eds., Y. Doi & K. Fukuda, Elsevier, New York, 1994, pg. 601.

[12] LaCourse, N. L., and P.A. Altieri, "Biodegradable Shaped Products and the Method of Preparation thereof, U.S. Patent 5,035,930, 1991

[13] LaCour e, N. L., and P.A. Altieri, "Biodegradable Shaped Products and the Method of Preparation thereof, U.S. Patent 5,043,196, 1991

[14] Narayan, R., "Biodegradable Multi-Component Polymeric Materials Based on Unmodified Starch-Like Polysaccharides." U.S Patent 5,500,465, October 31, 1995

[15] Narayaı , R., Krishnan, M , DuBois, P., "Polysaccharides Grafted With Aliphatic Polyesters Derived From Cyclic Esters." U.S. Patent 5, 540, 929, July 30, 1N996.

[16] Narayan, R., "Bulk Reactive Extrusion Polymerization Process Producing Aliphatic Ester Polymer Compositions. U.S. Patent 5,801,224, 1998

[17] Narayan R, Mohan Krishnan Polymer Preprints, American Chemical Society, "Biodegradable Composites and Blends of Starch with Poly (ε-caprolactone)" 186, 1996

[18] Narayan, R., and C. Pettigrew, ASTM Standardization News, December 1999 (downloadable from www.astm.org; technical committee, D20.96 as a PDF file)

PLASTİKLEŞTİRİLMİŞ PVC FİLMLERİNDEN DOP GÖÇÜ

PLASTICIZER MIGRATION FROM PVC-DOP FİLMS

Sevgi ULUTAN, Behiye ÇAKIROĞLU, Selda GÖKTAŞ;
Ege Üni. Müh. Fak. Kimya Müh. Bl., 35100, Bornova-İzmir/Turkey
ulutans@eng.ege.edu.tr

Abstract

Plasticizer loss from plasticized polyvinyl chloride(PVC) is of importance for both the degradation of material itself and the contamination of the material which is in touch with it, by the plasticizer. Both aspects were investiated within this study and 60 and 120 micron films which were prepared plasticizing PVC with dioctyl phthalate(DOP) were heated for gelation at 160^0C for varying times. The weight loss durin heating mainly originates from the evaporation of the plasticizer. Besides DOP, the other liquid component which is used as thermal stabilizer, epoxidized soy bean oil (EPSO) also migrated. Migration of plasticizers from films to n-hexane was investigated through the UV and IR analyses on the solvent and the films.

Key words: Plasticizer, plasticizer migration, diffusion, gelation, plasticizer, extraction

Özet

Plastikleştirilmiş Poli-vinil klorür(PVC)'den plastikleştirici kaybı, gerek malzemenin kendi özelliklerinin bozulması, gerekse göçen plastikleştiricinin değme durumundaki malzemeyi kirletmesi yönüyle önem taşır. Bu çalışmada plastikleştirici göçü her iki yönden araştırılmış, bu amaçla 60 ve 120 mikron kalınlıkta hazırlanan, dioktil ftalat (DOP) ile plastikleştirilmiş PVC filmler 160^0C'de, jelleşme sağlamak üzere değişen sürelerle ısıtılmıştır. Isıtma sürecindeki ağırlık kaybı başlıca uzaklaşan plastikleştiriciden kaynaklanmaktadır. DOP'un yanı sıra diğer sıvı bileşen olan, ısıl kararlı kılıcı olarak kullanılan epoksidize soya yağının da (EPSO) göçtüğü gözlenmiştir. Bu filmlerden yapıda kalan plastikleştiricinin ekstraksiyonda n-hegzan içine göçü, filmlere ve çözücüye uygulanan UV ve IR analizleri ile araştırılmıştır.

I. Giriş ve Amaç

Ambalaj, gıdayı istenmeyen çevre koşullarından, dış ortamla fiziksel ve kimyasal etkileşimden, vb. koruma olanağı sağlar, gıdanın taşınması ve tüketiminde olumlu katkılar sağlar.

PVC (polivinil klorür), plastikleştirilmiş şekilde ambalaj uygulamalarında, yiyecek, kan veya başka bir çözücüyle temas halinde bulunabilir. Bu koşullar altında, plastikleştirici, temas ettiği sıvıya göç edebilir ve bu göç sonucu, gıdanın kimyasal yapısında zararlı etkileşimler, gıdanın görünüm ve kalitesinde kayıplar gözlenir. Diğer tarafta, özellikle plastikleştiricilerin kendisinden göç ettiği plastiklerde, sadece daha zayıf mekanik özellikler ve görünümde bozulmalar görülmüştür.

Plastik göçünün gözlendiği katı-sıvı sistemlerde plastikleştiricinin sıvıya göçü ile sıvının plastik içine ilerlemesi eşlik eder. Yayınma süreci, hareketli sınırda yayınma problemi türündedir. PVC plastisol, 1μm ve daha küçük PVC parçacıklarının plastikleştirici içinde dağıldığı bir sistemdir. Ancak içinde $10\mu m^3$ topaklar da bulunabilir. Etüvde jelleşme sürecinde yaklaşık160^0C'de, plastikleştiricinin PVC içine yayınması süreci, jelleşme olarak tanımlanır[1]. Oda sıcaklığında plastisol beyaz ve opaktır. Camsı geçiş sıcaklığı üzerinde ısıtıldığında PVC moleküllerinin ara boşlukları plastikleştirici ile dolar ve yarı saydam bir yapı oluşur.

Audounin ve ark. [2], 85-120 ^{0}C'de PVC'den plastikleştirici göçünün Fick yasasına uyduğunu gözlediler. Bu çalışmalarında yüzeyde bir plastikleştirici-zengin fazın varlığını saptadılar. Bu sıcaklıklarda yaşlandırılmış filmlere uyguladıkları uzama gerilimi testlerinde yaşlanma ve plastikleştirici kaybına bağlı olarak uzamanın azaldığını belirlediler. Plastikleştiriciden ağırlık kaybının kritik bir değere yaklaşması durumunda mekanik ve elektriksel özelliklerin çok değiştiğini, başlangıçta elastik olan malzemenin camsılaştığını gözlediler. Papaspyrides [3] de özellikle hafif yağlara yüksek oranda plastikleştirici göçü durumunda benzer gözlemler yaptı. Ayrıca göç sırasında polimer yapısında oluşan ve yapıyı daha sıkı, daha düzenli hale getiren değişimler olduğunu ve bunun içeri giren sıvının desorpsiyonunu yavaşlattığını kaydetti.

Messadi ve ark. [4], DOP'un PVC'den n-heptan ve fıstık yağına göçünü ve sıvıdan PVC'ye göçü inceledi̇ler ve bu karşı-yayınma olayının sıvının PVC içine girmesi ve PVC'den sıvı ortama yayınma şeklinde iki aşamalı olduğunu, bunun sonucunda PVC'de opaklaşma gözlendiğini rapor ettiler. Göçen maddelerin saptanmasında spektroskopik yöntemlerden yararlanılabilir. Gortseva ve Kofanov [5], DOP'un yayınma yansıma elektron spektrumunda 236 ve 276 nm' de bandlar verdiğini ve 236 nm bandının PVC'den sulu çözeltilere geçen ftalatların saptanmasında kullanılabileceğini gösterdiler.

Ambalaj malzemelerinde plastikleştirici göçünü önlemek için bir yöntem, malzemeyi kısa süreli olarak bir çözücüye daldırıp çıkararak yüzeyden plastikleştiriciyi uzaklaştırmak ve filmin yüzeyinden merkeze doğru artan bir plastikleştirici derişim profili oluşturmaktır[6]. Daldırma süresinin saptanmasında plastikleştiricinin yayınırlığı önem taşır.

Plastikleştirici göçü çalışmalarında literatürde çeşitli sıvılar kullanıldığı görülmüştür.

Bu çalışmada Aboutaybi ve ark.'ın [7] kullandığı ve Food and Drug Administration tarafından sıvı gıda maddelerine benzeştiği belirlenen n-hegzan kullanılmış, göç olgusunu incelerken onların kullandığı modelden (Eşitlk-1) yararlanılmıştır. Bu model Fick yasasına uyan taşınımın kısa zaman değerlendirmesi ile etkin yayınma katsayısının bulunmasını sağlar.

$$M_t/M_\infty = 4/d*(Dt/\Pi)^{0.5} \qquad \textbf{Eşitlik-1}$$

Denklikte M_t/M_∞ t anındaki ağırlık kaybının sonsuz zamandakine oranını, d film kalınlığını, D etkin yayınma katsayısını belirtir.

Plastikleştiricinin gerek film içinde, gerekse sıvı fazda saptanmasında spektroskopik yöntemlerden yararlanılmıştır.

II. Araç, Gereç ve Yöntem

PVC plastisoller, PVC'nin (Petkim 38/74) 60phr DOP(Sankim), 5 phr EPSO (Akdeniz Kimya, Akstab, Alpex 5.6), 2.75phr kalsiyum stearat (Merck) ve 0.275phr çinko stearat (Merck) ile karıştırılmasıyla hazırlandı. Plastisol içinde hapsolan hava vakumla uzaklaştırıldı. Plastisollerden, Sheen marka film aplikatörü ile cam üzerinde, ASTM D823'e göre hazırlanan 60 ve 120 mikron kalınlıktaki filmler 160^0C'ye ısıtılmış hava dolaşımlı fırında (FN 500, NUVE) değişen sürelerle jelleştirme amacıyla ısıtıldı. Bu filmlerin ısıl işlem sırasında ağırlık kaybı, çeşirtli zaman aralıklarında filmlerin tartılması ile izlendi. Filmlerden soksilet ekstraksiyonunda ile n-hegzan içine göçen plastikleştirici ise hem filmlerin ağırlık kaybı ile, hem de spektroskopik olarak incelendi. Filmlerin infrared spektrumları doğrudan, sıvıların ise KBr disk üzerine damlatılarak, yüzde geçirgenlik olarak alındı. Çalışmada Shimadzu IR 470 ve Jasco 7800 UV-görünür Spektrofotometreler kullanıldı.

III. Bulgular ve Tartışma

Isıtma süresi-arttıkça ekstraksiyonda filmlerden ağırlık kaybı Tablo1'de görüldüğü gibi azalmaktadır. Bunun nedeni ısıtma sürecinde jelleşme ilerledikçe yapıdan

plastikleştirici göçünün güçleşmesi olabileceği gibi, ekstraksiyondan önce, etüvde plastikleştiricinin buharlaşarak uzaklaşması da olabilir.

Ayrıca, kalın filmlerde incelere oranla daha az ağırlık kaybı olduğu gözlenmektedir. Kalın filmler, birim madde miktarı başına daha az yüzeye sahip olduğundan, gerek etüvde, gerekse ekstraksiyonla uzaklaşma daha azalmış olabilir. Bunu yorumlayabilmek için, etüvde ısıtma sürecinde ağırlık kaybı izlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. Plastikleştirilmiş PVC filmlerin ekstraksiyonda ağırlık kaybı, %m

Isıtma süresi, dakika	10	20	30	60
60μ filmler, %m	37.97	34.20	29.39	16.85
120μ filmler, %m	34.95	32.49	30.41	25.14

Tablo 2. Plastikleştirilmiş PVC filmlerin etüvde ağırlık kaybı, %m

Isıtma süresi, dakika	60μ filmler, %m	120μ filmler, %m
3	0	1.68
5	0	3.76
10	0	4.20
15	6.08	4.30
20	9.38	6.38
30	9.58	11.79
45	14.52	12.97
60	18.73	16.30

Ağırlık kaybı incelenen maddeler için bir kütle denkliği oluşturulabilir:

Toplam kütle kaybı = $m_{\text{etüvde uçan}} + m_{\text{ekstrakte edilen}}$

Burada ekstraksiyonda çözeltiye geçen miktar için, etüvde uzaklaşan miktardan kaynaklanan bir düzeltme yapılmalıdır:

% çözeltiye geçen=%ekstraksiyonda uzaklaşan*(100-%etüvde uzaklaşan)/100

Ekstraksiyonda uzaklaşan miktarlar bu şekilde hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 3'de, toplam uzaklaşan madde miktarları ise Tablo-4'de verilmiştir. Toplam uzaklaşan madde miktarının kritik değer olan %20-27 değerlerini aşması, malzemenin oda

sıcaklığındaki özelliklerini çok etkiler[2]. Kritik ağırlık kaybı Eşitlik-2'ye gore hesaplanır:

$$m_c=m_2[(m_1/m_2)-(v_c/(1-v_c))(d_1/d_2)] \qquad \text{Eşitlik-2}$$

Eşitlik-2'de v_c 0.22-0.30 aralığında bir sabittir, m kütleyi, d yoğunluğu verir, 1plastikleştiriciyi, 2 polimeri, c kritik değeri ifade eder.

Ekstraksiyon sonrası bu örneklerde kırılganlaşma ve opaklaşma gözlenmiştir. Uzun ısıtma sürelerinin de tavlama etkisine benzer etkiler yaratması kaçınılmazdır. Ancak örneklerde yanma ve bozunma türü durumlar gözlenmemiştir.

Tablo 3. Filmlerden ekstraksiyonda göçen madde miktarı, düzeltilmiş, $\%m_d$

Isıtma süresi, dakika	10	20	30	60
60μ filmler, $\%m_d$	37.97	30.99	26.57	13.69
120μ filmler, $\%m_d$	33.48	30.42	26.82	21.04

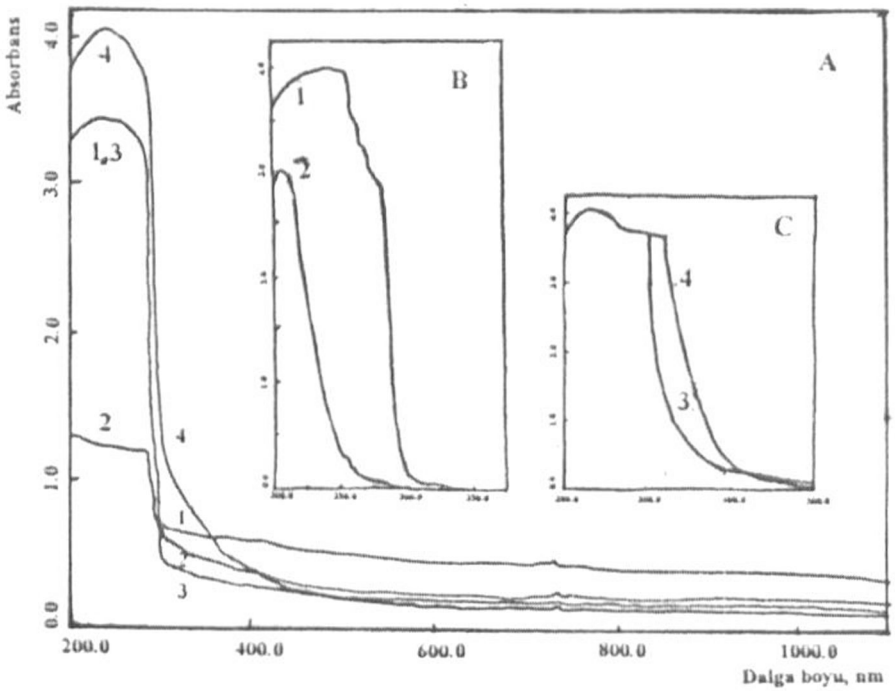
Tablo 4. Filmlerin toplam ağırlık kaybı, $\%m_t$

Isıtma süresi, dakika	10	20	30	60
60μ filmler, $\%m_t$	37.97	40.37	36.15	32.42
120μ filmler, $\%m_t$	37.68	36.80	38.61	37.34

Tablo 4'deki değerler, kuramsal olarak başlangıçta PVC'ye eklenmiş olan DOP ve EPSO'nun tamamen göçmesi ve uzaklaşması ile bulunacak değere (%38.685), deneysel hata sınırları içinde, çok yakındır. Etüvde uzaklaşan ve ekstaksiyonda göçen maddelerin gerçekten DOP ve EPSO olup olmadığı ise, UV ve IR spektrumları ile incelenebilir.

DOP' un ve EPSO' nun UV spektrumunda, her ikisinin de yaklaşık 240 nm'de en yüksek absorbansı verdiği gözlenmiştir. Temiz n-hegzan Gortseva ve Kofanov'un[5] verdiği 236nm'ye çok yakın olan bu dalga boyunda absorbans vermediği halde, ekstraksiyon sonrası kirli n-hegzanın da yüksek absorbans verdiği gözlendi (Şekil.1). Filmlerde ise, bu absorbansın özellikle 60 dakika ısıtılmış ince (60 mikron) filmde ekstraksiyon sonrasında çok düştüğü gözlendi. Uzun ısıtma zamanının ince filmde daha fazla plastikleştirici buharlaşmasına neden olduğu, Tablo 2'de de görülmektedir. PVC de bozunma ve konjuge dien yapıları (C=C)ise DOP' un ve EPSO' nun filmlerle spektrumların örtüşmesi nedeniyle incelenemedi.

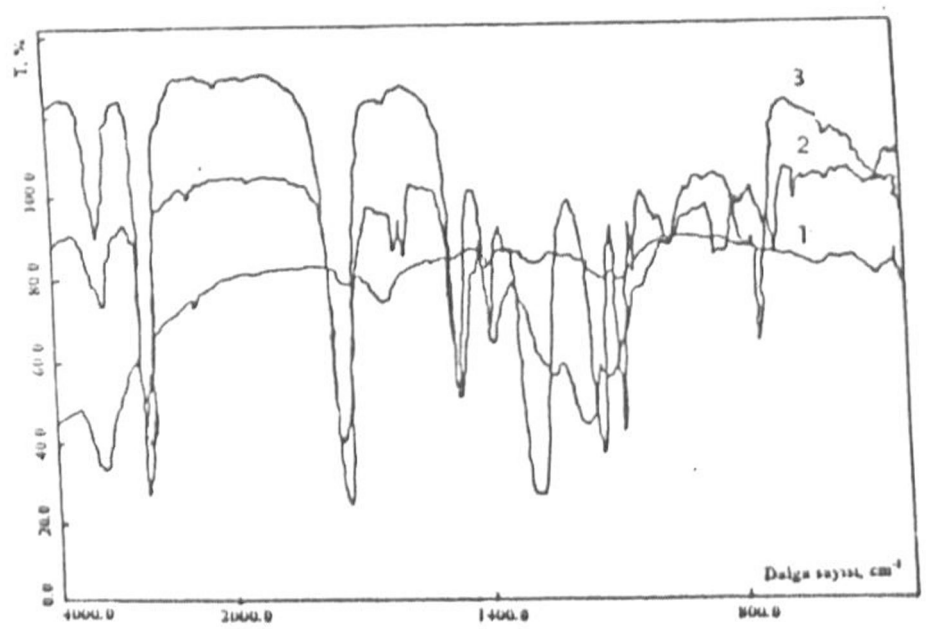
DOP, EPSO ve kirli hegzanın IR spektrumları Şekil 2'de, 60μ filmlerin IR spektrumları ise Şekil 3'de verilmiştir. 60 ve 120μ filmler benzer karekteristikler göstermektedir. Bu spektrumlarda ısıtma süresi artınca plastikleştiricilere ilişkin 1720 cm^{-1} pikinin derinliğinin azaldığı gözlenmektedir. Ekstraksiyon sonrası için de benzer durum gözlenmiştir. Ancak, 2950 cm^{-1} deki ester pikinde belirin bir fark gözlenmemiştir. Stearatlara ilişkin 1570 ve 1530 cm^{-1} piklerinin ısıtma süresi arttıkça zayıflaması ise, bu sıl kararlı kılıcıların harcandığının yani işlev gördüğünün göstergesidir. Ekstraksiyon öncesi ve sonrası bu piklerde değişim olmaması ise, stearatların ekstrakte olmadığının göstergesidir. Bu durumda, sadece DOP ve EPSO'nun ağırlık kaybı hesaplarında dikkate alınmasının doğru bir yaklaşım olduğu anlaşılmaktadır. Isıl bozunma sonucu PVC'den karboksilik ait oluşumu 1700 cm^{-1} asit pikinin 1720 cm^{-1} ester pikiyle girişimi nedeniyle yorumlanamazken, hava ortamında hidroperoksit oluşumuna ilişkin 3400 cm^{-1} piki de belirgin bir farklılaşma göstermemiştir.



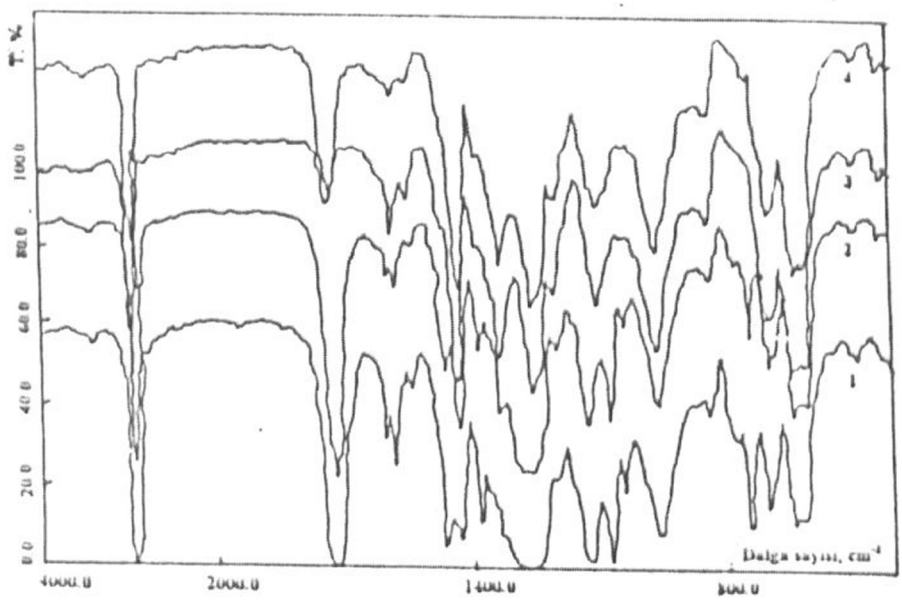
Şekil 1- A.Filmlerin UV spektrumları, ısıtma süreleri: 60μ , 10 dak.(1) and 60 dak.(2), ve 120μ, 10 dak.(3) ai d 60 dak.(4). B.Kirli(1) ve temiz hegzan'ın(2); C.DOP(3) ve EPSO(4)'nun UV spektrumları

Etüvde ısıtmada DOP'un buharlaşarak taşınımına ilişkin yayınma katsayısı, kısa zaman modellerinden[5] hesaplandı. Bu modelde bir t anında göçen miktarın sonsuz zamanda göçen miktara oranı, zamanın karekköküne karşı grafiğe

alındığında Fick yasasına uyan taşınım olaylarında başlangıçtaki doğrusal kısmın eğiminden yayınma katsayısı hesaplanabilir. Böyle bir çalışmada DOP'un havada yayınma katsayısı, 60 ve 120 mikron filmler için sırasıyla 2.714 ve $9.97*10^{-10}$ cm^2/s olarak bulundu. Ulutan[8] çalışmasında vakumda, 85.5 ^0C'de DOP göçü için yayınırlığı $1.37* 10^{-9} cm^2/s$ olarak rapor etmiştir. Sıcaklık, basınç, film kalınlığı etkileri elbette yayınırlık değerlerini etkileyecektir. Kalın filmlerin daha yüksek yayınırlık vermesi, yüzeyde DOP'ca zengin bir tabakanın varlığını düşündürmektedir. Ambalaj uygulamalarında yüzeydeki fazla plastikleştiricinin çözücüye hızla daldırma ile uzaklaştırılması[6] önerilmektedir.



Şekil 2- Kirli hegzan(1), DOP(2) ve EPSO(3)'nun IR spektrumları.



Şekil 3- 10 dak(1) ve 60 dak(2) ısıtılmış 60 μ filmlerin ekstraksiyondan önce; ve aynı filmlerin ekstraksiyondan sonra (3,4) IR spektrumları.

IV. Sonuç

Jelleşme sürecindeki ısıl işlem, plastikleştirilmiş PVC'den önemli ölçüde plastikleştiricinin buharlaşarak uzaklaşmasına neden olmaktadır. Buna karşılık, uzun süreli ısıl işlemler filme yapısal sağlamlık da kazandırmadığından film içindeki plastikleştirici her durumda n-hegzan ile ekstrakte edilebilmektedir. Sadece DOP değil, ikincil plastikleştirici ve ısıl kararlı kılıcı EPSO da aynı şekilde davranmaktadır. Bu durumda uzun ısıtma süreçleri yerine film yüzeyindeki DOP'un uzaklaştırılması ile plastikleştiricinin gıda maddesine göçünün engellenebileceği düşünülmektedir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında değişen sıcaklıklarda çözücü içine plastikleştirici göçünün incelenmesi planlanmaktadır.

V. Kaynaklar

[1] Nakajima N., Sadeghi M. R. ve Kyu T., "Swelling of PVC Partıcles during Gelation and Fusion of Plastisols", J. Appl. Polym. Sci., 41 (1990) 889.

[2] Audouni ı, L., Dalle, B., Matzger, G., Verdu, J.,"Thermal Aging of plasticizer PVC, II: Effect of plasticizer loss on electrical and mechanical Properties" ", J. Appl. Polym. Sci., 45 (1992) 2097.

[3] Papaspyrides C. D., "Plasticized Poly(Vinyl Chloride) / Dioctyl Phthalate / Petroleum Oils: Plasticizer Migration vs. Liquid Penetration", J. Appl. Polym. Sci., 38 (1989) 1859.

[4] Messadi D., Taverdet J. L. ve Vergnaud J. M., "Plasticizer Migration from Plasticized Poly(vinyl chloride) into Liquids", Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev., 22 (1983) 142.

[5] Gortseva L.V. ve Kofanov V.L., "Spectrodensitometric Determination of DOP in Aqueous Extracts from PVC Materials",J. Anal. Chem.USSR, 42(1987)1657.

[6] Senoune, A., Vergnaud, J: M., "Preparation of plasticized PVC coatings with low matter transfer by using n-pentane", Eur. Polym. J., 28 (1992) 311

[7] Abutayb' A., Bouzon J. ve Vergnaud J.M.,"Drying at room temperature of plasticized PVC previously immersed in liquid: Modelling and experiments", 26 (1989) 285.

[8] Ulutan S., "PVC-Silika Kompozit Malzemelerinin Geliştirilmesi", Doktora Tezi, 1994, Ege Üni., İzmir.

TÜRKİYE'DE AMBALAJ ATIKLARI, GERİ KAZANIM UYGULAMALARI VE GERİ KAZANIM SANAYİİ

O.C.NEYİM, E.METİN, A.ERÖZTÜRK

Entegre Katı Atık Yönetim sisteminin bir parçası olan geri kazanım; yeniden kullanım, organik veya maddesel geri dönüşüm veya enerji kazanımı amacıyla atıkların ayrı ayrı toplanarak tasnif edilmesidir. Geri kazanılabilir atık türleri ise ; ambalaj atıkları,inşaat/moloz atıkları,organik atıklar ve özel nitelikli atıklardır. Bu çalışma kapsamında evsel katı atıkların içinde yer alan ambalaj atıklarının geri kazanımı incelenmektedir.

Son yıllarda ambalaj sektöründeki gelişmelere ve tüketim alışkanlıklarının değişimine paralel olarak ambalajlı ürün kullanımı yaygınlaşmakta buna paralel olarak evsel katı atıklar içindeki ambalaj atığı yüzdesi ve miktarı da artmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak geri kazanım ve geri dönüşüm ülkemizde ekonomik bir değer haline gelmiştir. Bununla birlikte T.C.Çevre Bakanlığı tarafından 1991 yılında yayınlanan "Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği" ile geri kazanım yerel yönetimler ve ilgili sanayi kuruluşları için yasal zorunluluk haline dönüşmüştür.

D.İ.E. tarafından 1993 yılında yapılan araştırmayla Türkiye'de yıllık evsel ve endüstriyel katı atık miktarları ile bu katı atıkların kompozisyonu belirlenmiştir. Bu araştırmaya göre ülkemizde kişi başına ortalama yıllık evsel atık miktarının 187 kg, toplam evsel atık miktarının ise yaklaşık 11 – 12 milyon ton olduğunu söylemek mümkündür. Belediye atığı olarak adlandırılan ve toplanıp bertaraf edilme sorumluluğu Belediyelere ait olan atıklara küçük işyerleri ve ticarethanelerden çıkan atıklar da dahil olduğundan, buralardan kaynaklanan yıllık 9 – 10 milyon ton atığı da göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bu durumda Belediye atıklarının yıllık toplamı 19 –20 milyon ton olmaktadır.

Evsel atıklar içindeki cam, metal, plastik, kağıt ve karton gibi geri kazanılabilir atıkların payı yaz aylarında % 8,5 – 22,9, kış aylarında ise % 3,7 – 15,6 arasında değişim göstermektedir. Bu rakamlar çerçevesinde ülkemizdeki cam, metal, plastik, kağıt ve karton gibi geri kazanılabilir evsel nitelikli atık miktarının yıllık 2 – 2,5 milyon ton olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 1. D.İ.E Evsel Atıkların Kompozisyonu (1993)

Dönem	Kişi Başı Çöp	Yaş Atık	Kül, Cüruf	Geri Kazanılabilir
	Kg/gün	%	%	Atık %
Yaz	0,6	80,25	3,9	15,84
Kış	0,47	50,31	41,06	8,64
Ortalama	-	64,2	23	11,9

Türkiye'de atıkların geri kazanımı konusundaki yasal zorunluluk 1991 yılında T.C.Çevre Bakanlığı tarafından yayınlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile yürürlüğe girmiştir. Yıllık 2 –2,5 milyon ton geri kazanılabilir atığın yalnızca 300 bin tonu bu yönetmelik kapsamındadır.

Ülkemizde yılda yaklaşık 1 milyon ton atık geri kazanılmaktadır. Bu miktarın büyük bir kısmı çöp dökme sahalarından ve sokaklardan ilkel ve sağlıksız koşullarda toplanmaktadır. Ancak çöp sahalarından ve sokaklardan toplanan atıkların bir kısmı organik atıkla karıştığı için değerlendirilememektedir. Daha sağlıklı ve verimli bir geri kazanım sistemi oluşturmanın temel koşulu geri kazanılabilir atıkların kaynağında yani konutlarda, işyerlerinde, okullarda, otel ve tatil köylerinde çöpten ayrı toplanmasıdır. Bu şekilde daha temiz ve fazla miktarda atık daha ekonomik bir şekilde toplanabilir. Bu sistemin oluşturulabilmesinin temel koşulu Belediye – Tüketici – Geri Dönüşüm Sanayinin uygun yasal düzenlemeler çerçevesinde aktif bir şekilde sistemin içinde yer alması ve sorumluluk üstlenmesidir. Doğru bir geri kazanım sisteminde tüketicinin sorumluluğu geri kazanılabilir atıkları kaynağında çöpten ayrı biriktirmektir. Belediye ise tüketicinin ayırdığı bu atıkları çöpten ayrı temiz bir şekilde toplamak ve cinslerine göre ayırmakla sorumludur. Sanayi sorumluluğu ise Belediyenin topladığı ve cinslerine göre ayırdığı bu atıkları alıp geri dönüştürmektir.

Evsel nitelikli ambalaj atıklarının geri kazanımı için en uygun model, daha önce de belirtildiği gibi kaynakta ayrı toplamadır. Kaynakta ayrı toplama, geri kazanılabilir nitelikli cam, metal, plastik, kağıt ve karton türü ambalaj atıklarının organik atıklarla karışmadan ayrı toplanması anlamına gelmektedir.Böylesi bir modelin toplanacak malzemenin kalitesini artırmaktan, düzenli depolama alanlarından sağlanacak hacimsel tasarrufa kadar bir çok faydası bulunmaktadır.

Öncelikle söz konusu sistemin uygulanması durumunda, geri kazanılabilir nitelikli atıklar hiçbir şekilde mevcut çöp toplama sistematiğine dahil edilmemiş olacak ve dolaysı ile sokak toplayıcılarının neden olduğu problemler doğal olarak ortadan kalkacaktır. Bilindiği gibi, sokak toplayıcıları cam, metal, plastik kağıt ve karton türü atıkları toplayabilmek için konteynerleri karıştırmaktadır. Bu tür faaliyetler konteynerleri deforme etmekte, çöplerin dağılmasına sebep olarak kötü koku ve

sineklenme kadar çöp toplama süresini uzatmakta ve verilen hizmetleri zorlaştırmaktadır.

Yapılan araştırmalar ülke genelinde evsel nitelikli ambalajların tüm atığın hacimsel anlamda yaklaşık %30'unu teşkil ettiğini göstermektedir. Başka bir deyişle, ambalaj atıkları çöp toplama kamyonlarının, aktarma istasyonu silolarının ve düzenli depolama alanlarının üçte birini işgal etmektedir. Söz konusu atıkların ayrı toplanması ile; çöp toplama kamyonlarından ve aktarma istasyonlarından tasarruf edilecek hacimle araçların daha az sürede daha geniş bölgelere hizmet verebilmesi, düzenli depolama alanlarından tasarruf edilecek hacimle de alanın faydalı ömrünün arttırılması yolu ile ciddi ekonomik faydaların sağlanması mümkün olabilecektir.

Mevcut sistemde, geri kazanılabilir nitelikli atıklar, çöplerle birlikte atılmakta, daha sonra çöp kamyonları ile sıkıştırılarak toplanmakta ve aktarma istasyonlarında bir kez daha sıkıştırılarak düzenli depolama alanlarına gönderilmekte ve tüm bu işlemlerin sonunda atıklar, geri kazanılabilir niteliklerini büyük oranda yitirmektedirler.

Ayrı toplama sistemi ile cam, metal, plastik, kağıt ve karton türü atıklar organik atıklardan ayrı toplanmakta ve özelliklerini yitirmeleri engellenmektedir. Bu sayede hem teknolojik hem de ekonomik anlamda ciddi kazançlar sağlanmaktadır.

ÇEVKO Vakfı düzgün bir geri kazanım sisteminin oluşması amacıyla Belediye ve sanayii işbirliği ile geri kazanım uygulamalarını sürdürmektedir. İlk kez 1993 yılında Bakırköy Belediyesi işbirliği ile Ataköy bölgesinde 6.200 konutluk bir pilot bölgede başlatılan bu uygulamalar halen 55 belediye işbirliği ile yaklaşık 183.000 konutta ve 750.000 kişinin katılımı ile düzenli ve sürekli bir şekilde yürütülmektedir.

Tablo 2. Düzenli Geri Kazanım Uygulamalarını Sürdüren Belediyeler

Belediye Adı	Konut Sayısı	İşyeri/Otel Sayısı	Bugüne Kadar Toplanan Atık Miktarı (TON)
Bakırköy	23.000	-	2.250
Bahçelievler	8.850	18	2.075
Bursa-Nilüfer	13.109	-	1.100
Bursa-Osmangazi	10.161	-	991
Bursa-Yıldırım	2.560	-	378
İzmit-Bekirpaşa	2.700	-	72
İzmit-Saraybahçe	3.000	-	65
Küçükçekmece	1.000	-	84
Silivri	450	-	30
Beşiktaş	2500	1	406
Eskişehir-Tepebaşı	6.200	-	373
Eskişehir-Odunpazarı	5.300	-	239
Zeytinburnu	500	-	26
Beyoğlu	-	31	300
İzmir-Çeşme	200	-	25
Kocaeli Belediyeler Birliği (21 Belediye)	27.500		
Marmaris	-	70	14.887
Kuşadası	1.072	146	426
İstanbul-Çatalca	250	-	
Konak	3957	34	115
Antalya	1.000		
Tokat-Niksar	900		
Çanakkale	2.550	-	96
Söke	900	-	23
Mimarsinan-İstanbul	5.000	-	167
Bursa Büyükşehir Bel.	-	6	60
Yalova	5.314	-	50
Adapazarı	7.905	-	30
Düzce	5.348	-	16
Kadıköy	14.000	5	102
Bandırma	8.250	-	56
Ankara-ETİMESGUT	8.309		150
Özel Çevre Koruma Bölgeleri	11.400	-	459
GENEL TOPLAM	183.185	311	25.050

(ÇEVKO Vakfı 2001)

ÇEVKO Vakfı'nın yerel yönetimlerle birlikte yaklaşık on yıldır sürdürdüğü ayrı toplama çalışmalarından elde edilen tecrübeler, ülkemizde iki modelin daha verimli olarak uygulanabildiğini göstermektedir. Her iki model de, temelde geri kazanılabilir nitelikli atıkların çöpten ayrı biriktirilmesini esas almakla birlikte, pratikte bir takım faklılıklar içermektedir.

Proje uygulama safhasında hangi modelin daha uygun olacağının tespitinde etkili olacak faktörler aşağıda sıralanmıştır :

- Nüfus
- Yüz ölçümü
- Sosyo-ekonomik yapı
- Mevcut atık toplama sistemi
- Tüketim alışkanlıkları
- Mevcut bölgesel altyapı
- Yerel yönetim imkanları
- Maliyet

Yukarıdaki faktörler göz önünde bulundurularak, poşetli veya konteynerli toplama sistemlerinden hangisinin daha uygun olduğu belirlenecek ve hayata geçirilebilecektir.

I. Poşetli Toplama Modeli

Bu model, daha ziyade apartman görevlilerinin bulunduğu, belirli bir hizmet sistematiğine sahip toplu konut alanları ve siteler için daha uygun görülmektedir. Bu sistemde, kat sakinleri geri kazanılabilir nitelikli ambalaj atıklarını her hangi bir poşet içerisinde çöpten ayrı biriktirerek apartman görevlilerine ayrıca teslim etmekte, apartman görevlileri ise bu poşetleri yerel yönetimlerce kendilerine teslim edilen büyük torbalar içerisinde biriktirerek, belirlenen günde kapı önüne çıkartmakta, söz konusu torbalar da yerel yönetimler tarafından çöpten ayrı olarak toplanarak ekonomiye geri kazandırılmaktadır.

Yapılaşmanın çok seyrek, yerleşik nüfusun az, konteynerli toplamanın yaygın olduğu yerlerde bu tip sistemlerin, " bring-center" tabir edilen geri kazanım noktaları ile desteklenmesi uygun olmaktadır. Bölgede yaşayanlar, ambalaj atıkları oluştukça getirip bu konteynerlere atmakta ve yerel yönetimler de bunları belirli bir program çerçevesinde ayrıca toplamaktadırlar. "Bring center" uygulamaları, güvenlik sorununun olmadığı bölgelerde gerek malzeme toplamanın kolaylaştırılması gerekse de çalışmaların birer göstergesi olması sebebi ile çok büyük önem taşımaktadır. Belirli bir verime ulaşıldığında ise, poşetli uygulamalar

gerek yerel yönetimler gerekse de proje bölgesinde yaşayanlar için daha pratik hale gelmektedir.

II. Konteynerli Toplama Modeli

Poşetli toplamadan çok, konteynerli toplama sistemin yaygın olduğu ve belirli bir sosyo-ekonomik düzeyde bulunan bölgeler için daha uygun olan bu modelde, alan dahilinde çöp konteynerlerinin yanına ambalaj atıklarının atılabileceği konteynerler yerleştirilmektedir. Söz konusu bu konteynerler, ayrı bir araçla çöpten ayrı toplanmakta ve ekonomiye geri kazandırılmaktadır.

Yaşanılan deprem felaketlerini müteakip, finansmanı Avrupa İnsani Yardım Örgütü (ECHO) tarafından sağlanan ve proje yürütücülüğü Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve ÇEVKO Vakfı tarafından gerçekleştirilen bir hibe kredi çerçevesinde böylesi bir sistem hayata geçirilmiştir. Adapazarı, Düzce ve Yalova'da belirlenen 53 prefabrik konut bölgesine bu destek programı çerçevesinde 3000 adet geri kazanım konteyneri ve 49 adet geri kazanım ünitesi yerleştirmek sureti ile bir ayrı toplama sistemi oluşturulmuş, bu konteynerlerin düzenli olarak toplanabilmesi amacı ile yerel yönetimler ayrı toplama araçları ile desteklenmiş ve toplanan atıkların türlerine göre ayrılabilmesi için üç ilde birer ambalaj atığı ayırma tesisi faaliyete geçirilmiştir.

Temelde aynı amaca hizmet eden bu ayrı toplama modellerinde karşılaşılan en temel ve ortak sorun, bölge sakinlerinin konu ile ilgili bilinçlendirilmesidir. Kurulmaya çalışılan sistem her ne kadar bire bir eğitim çalışmaları ile desteklense de, ülke genelinde belirli bir çevresel duyarlılığa erişilememiş olması, uygulamaların hayata geçirilmesinde karşılaşılan en büyük zorluktur.

ÇEVKO Vakfı – Belediye işbirliği ile yürütülen bu projeler kapsamında toplanan atıkların miktarları ve kompozisyonları düzenli olarak takip edilmektedir. Bu şekilde hem bu uygulamaların verimlilikleri takip edilmekte hem de çalışmalara kaynak olacak istatistik rakamlar ortaya çıkmaktadır. Proje verimliliği konut başına haftada toplanan atık miktarı ve bu atıkların içinden çıkan çöp miktarı yani fire oranıyla takip edilmektedir. Konut başına haftalık toplanan malzeme miktarlarında bölgesel özelliklere göre değişiklikler gözlemlenmektedir. Halen devam eden belediye geri kazanım uygulamalarında ortalama 0,600 kg / konut-hafta'lık bir verimliliğe ulaşmış olup dört yıl boyunca haftalık toplama rakamlarının bir araya getirilmesi ile elde edilen sonuçtur.

Tablo 3. Değişik Bölgelerde Gözlenen Toplama Verimlilikleri (ÇEVKO Vakfı 2001)

BÖLGE	Verimlilik (Kg/konut-hafta)
Eskişehir/Tepebaşı	0,406
Beşiktaş	1,257
İstanbul/Bahçelievler	0,940
Bandırma	0,480
İstanbul/Küçükçekmece	0,544
İstanbul/Mimarsinan	0,310
İzmir/Konak	0,320
Çanakkale	0,614
Aydın/Söke	0,300
Bursa/Nilüfer	0,554
Bursa/Yıldırım	1,410
Düzce	0,480
Bursa/Osmangazi	0,699

Toplanan atıkların kompozisyonlarına bakıldığında ağırlıklı olarak cam, kağıt ve karton türü atıkların yer aldığı görülmektedir. Aşağıdaki tabloda geri kazanım uygulamalarını sürdüren bazı belediyelerin topladığı atıkların kompozisyonları verilmiştir.

Tablo 4. Değişik Bölgelerde Devam Eden Geri Kazanım Uygulamalarında Toplanan Malzemelerin Kompozisyonu (ÇEVKO Vakfı 2001)

Malzeme Cinsi	Bakırköy Bahçelievler	Beşiktaş	Eskişehir	Marmaris	Söke	Konak
Kağıt-Karton	% 38	% 52	% 38	% 37	%39	%44
Cam	% 32	% 24	% 33	% 25	%22	%22
Metal	% 9	% 6	% 12	% 5	%19	%5
Plastik	% 21	% 18	% 17	% 33	%20	%29
TOPLAM	% 100	% 100	% 100	% 100	%100	%100

Yukarıdaki tabloda görülebileceği gibi toplanan malzemelerin kompozisyonunda bölgesel farklılıklar olabilmektedir. Bu farklar o bölgedeki sosyo – ekonomik durum ve tüketim alışkanlıklarının farklılıklarından oluşmaktadır. Halen devam eden belediye geri kazanım projelerinde toplanan atıkların kompozisyonun ortalaması yaklaşık olarak aşağıda verilmiştir.

Tablo 5. 15 Belediye Tarafından Devam Eden Geri Kazanım Uygulamalarında Toplanan Atıkların Ortalama Kompozisyonları (ÇEVKO Vakfı 2001)

Malzeme Cinsi	Yüzdesi
Kağıt-Karton	% 42
Cam	% 28
Metal	% 7
Plastik	% 23
TOPLAM	% 100

III. Ayırma Tesisleri :

Evsel veya ticari kaynaklarda oluşan değerlendirilebilir ambalaj atıklarının düzenli ve temiz bir şekilde geri dönüşüm tesislerine satılmasını temin edebilmek için ayırma tesislerine ihtiyaç vardır. Ayırma tesisleri kapasite ve çalışma biçimlerine göre çeşitli türlere ayrılır, ancak manuel veya otomatik ayırma tesisleri olarak iki ana grupta işlenmektedir. Ülkemizde işletim kolaylığı ve ilk yatırım maliyetinin düşüklüğü nedeniyle manuel ayırma tesisleri tercih edilmektedir. 2000 yılında Adapazarı-Düzce ve Yalova'da işletime giren 3 adet ayırma tesisi ile ülkemizde faal olarak hizmet veren tesis sayısı 6'ya ulaşmıştır. Bu tesislerin özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

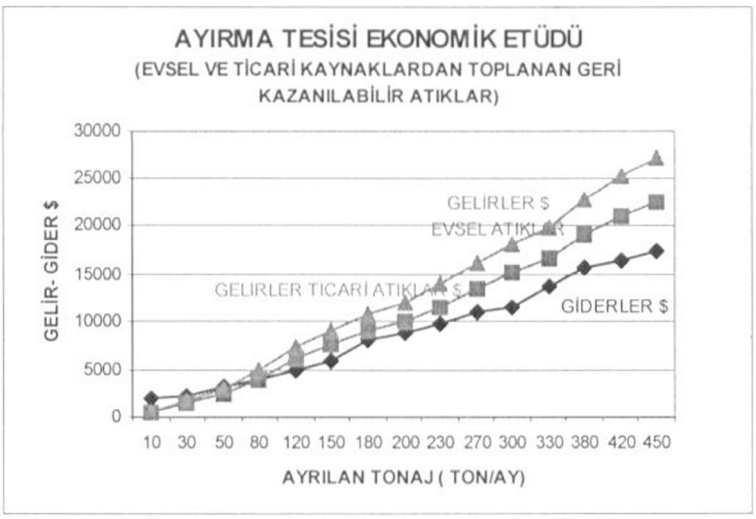
Tablo 6. Mevcut Ayırma Tesisleri

Bölge	Tesisin Türü	Kapasite	Minimum Personel
Bakırköy	Manuel	10 ton/vardiya	11
Bursa	Manuel	"	11
Kadıköy	Manuel	"	11
Adapazarı	Manuel	"	11
Düzce	Manuel	6 ton/vardiya	9
Yalova	Manuel	6 ton/vardiya	9

Ayırma tesislerinin kurulması için bazı minimum değerlere ihtiyaç vardır. Bu minimum değerler ayırma tesisisin işletimini garanti edecek değerler olmalıdır. Bu çerçevede bir değerlendirme yapıldığında genellikle evlere yönelik bir geri kazanım uygulamasında malzeme değerlendirilmesini temin etmek amacı ile kurulabilecek minimum kapasite 6 ton / gün –vardiya'dır. Bu kapasite ile kurulacak bir ayırma tesisi ile 3 vardiyada ayda 400 ton geri kazanılabilir atık ayırma işlemine tabi tutulabilmektedir. Bu çaptaki bir tesis vardiya başına yaklaşık 75.000 konuta hizmet verebilmektedir.

Bu tür ayırma tesislerinin gelir ve gider hesapları, mali etütleri oldukça merak edilen bir konudur. Bu konuda net bir gelir/gider yapısı oluşturmak oldukça zordur. Çünkü bu tür işletmelerde gelirler ve giderler bütünü ile giren ve çıkan malzeme kompozisyonuna bağlıdır. Bu çalışmada seçici bir malzeme toplamadan ziyade, evlere yönelik yalnızca değerlendirilebilir atıkların ayrı toplandığı çalışmalar baz alınmıştır.

Bu çalışmalardan derlenen kapasitesi 6 ton / gün – vardiya olarak belirlenen bir geri kazanımı ayırma tesisi ekonomik etüdü ekli grafikte (Şekil –2) verilmiştir. Bu grafik günlük kapasitesi 6 ton olan bir ayırma tesisinin 2 yıllık çalışması sonucunda elde edilen değerlerden oluşmuştur.



Şekil 1. Ayırma tesisi için (6 ton – gün vardiya kapasiteli) ekonomik verimlilik eğrisi

1. Ayırma tesislerinin ekonomik verimliliği işlenen malzeme miktarı ile orantılıdır.
2. Ayırma tesisinde gelir – gider dengesi 80 – 100 ton civarında oluşmaktadır.
3. Ayırma tesisinin ekonomik verimliliği giriş malzeme kalitesi, miktarı ve malzemenin cinsleri ile doğru orantılıdır.

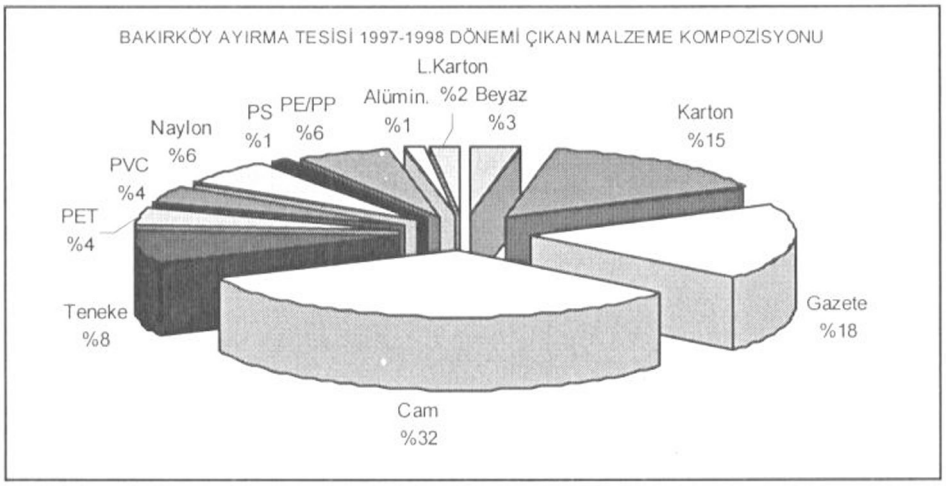
Kabuller : - kişi başı günlük ayırma limiti = 500 kg

- ortalama işçilik = 350 $/ay
- işçi sayısı = Her vardiya için kapasite ile orantılı 4 – 12 kişi
- bakım onarım = işçilik x %20
- diğer giderler = toplam x %10

Malzeme Girdisi :

	Evsel	Ticari (otel vb)
Cam	%32	%25
Plastikler	%21	%24
Kağıt/karton	%36	%37
Metal/teneke	%8	%1
Diğer	%3	%4

Yukarıda verilen kabuller evsel atıklar ile ilgili olarak 1 yıl süre ile yaklaşık 25.000 konuttan alınan malzemenin ayırım sonrasındaki dağılımı göstermektedir. Ancak son malzeme değerlendirmenin verimli yapılabilmesi için cam, metal, plastik ve kağıt olan 4 ana malzeme grubunun kendi içinde daha detaylı tasnifi gerekmektedir. Bu tasnif sonrasındaki dağılımı gösteren 1 yıllık ortalama değerleri veren malzeme dağılımı Şekil – 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Ayırma Tesisi Ayrılan Malzeme Kompozisyonu (Bir Yıllık Analiz Ortalaması)

Bu bilgiler ışığında özellike üzerinde durulması gereken konu atık ayırma tesisleri ancak %80 kapasite ve üzerinde kendi işletme giderlerini karşılayacaktır.

IV. Geri Dönüşüm Sanayii :

Özellikle son yıllarda ülkemizde geri kazanılabilir atıkların ekonomik değer kazanması ve bu konudaki yasal zorunlulukların yürürlüğe girmesi bu tür malzemeleri toplayan veya geri dönüşümünü yapan işletmeler ve sanayi kuruluşları oluşmaya başlamıştır.

Tablo: 7 Türkiye'de Geri Dönüşüm Oranları

	Pazara Sürülen (ton/yıl)	Geri Kazanılan (ton/yıl)	Geri Kazanım %
Kağıt-Karton	1.800.000	590.000	33
Cam	330.000	75.000	23
Metal	150.000	50.000	30
Plastik	550.000	180.000	33
TOPLAM	2.830.000	895.000	32

Halen Türkiye'de yılda 800.000 ton ile 1 milyon ton arasında kağıt-karton, cam, metal ve plastik toplanarak geri dönüştürüldüğü tahmin edilmektedir.

Ancak özellikle plastik atıklar konusunda elde edilen rakamlar, sektörün dağınıklığı ve çok sayıda küçük işletmelerin bulunması nedeni ile tahmini olarak verilmektedir. Yukarıdaki tabloda verilen bilgiler özellikle evsel ve ticari tüketime yönelik atıkları kapsamaktadır. Sanayiden kaynaklanan atıklar dahil edilmemiştir.

Bu tablodaki rakamlar ve özellikle son yıllarda bu konuda yapılan yatırımlar ve de bunların kapasiteleri göz önüne alındığında mevcut geri dönüşüm endüstrisinin kapasitesinin Türkiye'de geri kazanılabilir atıkların % 40 – 50'sinin değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır. Bu oranlar özellikle Avrupa ülkelerindeki gelişmeler dikkate alındığında oldukça başarılıdır.

Son yıllarda geri dönüşümle ilgili yapılan yatırımlar aşağıda özetlenmiştir:

Tablo 8. Mevcut Geri Dönüşüm Sanayii (1997)

Malzeme Cinsi	Yatırım Miktarı	Kuruluş Tarihi	Kapasite (ton/yıl)
Hurda PET	3 MİLYON $	1994	12.000
Alüminyum	20 MİLYON $	1996	50.000
Hurda Cam (5 adet tesis)	800 MİLYAR TL		120.000
Yüksek Yoğunluklu PE	3 MİLYON $	1995	7.000
Karton İçecek Kutusu	0,6 MİLYON $	1995	4.000
Kağıt-Karton (Çok sayıda tesis)			1.500.000
TOPLAM			1.693.000

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi 1994 yılından sonra geri dönüşüm ile ilgili sanayi tesislerinin kurulması hızlanmış ve bu tesislerin kapasiteleri yıllık toplam 1,7 milyon tona ulaşmıştır. Bunların dışında Özellikle plastikle ilgili birçok küçük ve orta ölçekli işletmelerin olduğu da göz önüne alındığında ülkemizde geri dönüşüm sanayinin tam kapasiteyle çalışabilmesi için daha fazla miktarda temiz malzemenin çöpten ayrı toplanması gerekmektedir.

Bu çalışmada kullanılan verilerin oluşmasında büyük katkıları bulunan Konak, Marmaris, Bahçelievler, Beşiktaş, Bursa ve Eskişehir Büyükşehir Belediyelerine teşekkür ederiz.

V. Kaynakça

[1] Devlet İstatistik Enstitüsü, Hane Halkı Katı Atık Kompozisyon Araştırması ve Eğilim Anketi Sonuçları, 1993

[2] E.SÜKAN, Selüloz ve Kağıt Sanayii, Ulusal Ambalaj Teknolojisi ve Yan Sanayii Kongre ve Sergisi, 24-26 Haziran 1997, İzmir. Sayfa 187

[3] ÇEVKO Vakfı Yayınları

SEPARATE COLLECTION OF PACKAGING WASTE IN GERMANY AND INVESTIGATION OF DSD SYSTEM

ALMANYA'DA AMBALAJ ATIKLARININ AYRI TOPLANMASI VE DSD SİSTEMİNİN İNCELENMESİ

Ertuğrul ERDİN, Akın ALTEN, Görkem ŞİRİN
Dokuz Eylul University, Department of Environmental Engineering
Tinaztepe Campus, 35160 Buca / IZMIR

Summary

Germany established An Ordinance on the Avoidance of Packaging Waste (Packaging Ordinance) in 1991. According to the Packaging Ordinance, domestic and foreign manufacturers and distributors are required to take back all transport packaging such as crates, drums, pallets, and styrofoam containers (i.e., primary packaging) and recycle or reuse these materials. These regulations were expanded in 1992, and all secondary packaging materials became included. Accordingly, manufacturers, distributors, and retailers are now required to take back and recycle secondary packaging (e.g., cardboard boxes, blister packs, and other product packaging such as that used to prevent theft, for protection, and for promotional purposes) from consumers. Since 1993, the Ordinance was further expanded to include *all* types of consumer packaging used to contain and transport goods from the point of sale to consumption. In this paper, some information is given abuout DSD system.

Keywords: DSD, Packaging wate.

Özet

Almanya'da 1991 yılında ambalaj atıklarının bertarafı konusunda bir yönetmelik yayınlanmıştır. Bu ambalaj yönetmeliğine göre, bütün yerli ve yabancı üretici ve dağıtıcılar kasa, varil, paletler ve storofor gibi bütün taşıma ambalajlarını ya geri dönüştürmek yada tekrar kullanmak zorundadırlar. Bu yönetmelik 1992 yılında genişletilmiş ve bütün ikincil ambalaj malzemeleri de bu yönetmeliğe dahil edilmiştir. Buna bağlı olarak üreticiler, dağıtıcılar ve perakende satıcılar ikincil ambalaj malzemelerini müşterilerinden geri alıp geri dönüşüme dahil etmek zorundadırlar. 1993 yılından bu yana yönetmelik daha da geliştirilerek, satış noktasından tüketime kadar ürünü taşımak ve korumak amacıyla kullanılan bütün

ambalaj malzemelerini kapsar hale getirilmiştir. Bu bildiride, Almanya'da uygulanan DSD sistemi hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: DSD, ambalaj atığı

I. Introduction

The Packaging Ordinance states that manufacturers, retailers, and distributors (both domestic and foreign) may be exempt from taking back packaging if they participate in an established national waste management program. Such a program had been in existence in Germany since 1990, under the Duales System Deutschland GmbH (Dual System of Germany, DSD). The Duales System is a non-profit organization set up to collect, sort, and recycle post-consumer packaging from both households and small businesses throughout the country. By participating in the Duales System program, manufacturers may label their products with the Green Dot. A Green Dot indicates to the consumer that the manufacturer of the product participates in the program, and that instead of returning the packaging to the manufacturer or distributor, the packaging should be collected, sorted, and recycled through the Duales System program.

II. What Is DSD?

Green Dot operates as a response by industry and trade associations to avoid individual take-back regulations. In fact, its overall goal is the prevention of excess, unnecessary waste. In this regard the Green Dot fee structure acts as an incentive for manufacturers to reduce the amount of packaging they use for their products in the design of products and packaging. Manufacturers wishing to obtain the Green Dot must pay a license fee to the Duales System. Fees are based on the type and weight of the packaging materials. In general, the heavier and more difficult it is to recycle the packaging, the higher the license fees. Fees vary according to the packaging materials, with plastics having the highest fees and natural materials and glass having the lowest fees. License fees range from about DM 3.00/kg to DM 0.15/kg ($1.70 US to $0.08 US).

The Duales System collects glass, paper, eardboard, and lightweight materials such as polystyrene, plastic, beverage containers, composites made of a mixture of materials, aluminum, and tin-plate. The Duales System has established two types of collection systems, which can be modified to accommodate existing local and regional collection systems. The first, and most widespread, is the curbside system where consumers collect Green Dot packages (except glass, paper, and cardboard) in the yellow bags or bins provided to their households. The bags/bins are placed on the curbside to be collected during the regular garbage pick-up. Glass, paper, and cardboard are collected separately in special bins/containers set up in the neighborhood. Glass is often separated according to color. In the curbside system,

the consumer does the basic initial sorting of the packaging. The alternate system is the "bring" system where consumers bring all their waste packaging to central collection stations. Under the "bring" system all packaging is sorted by Duales System employees into different bins, which are set up for the different packaging materials.

Once collected, the materials are sorted by waste management companies under contract to the Duales System. After sorting, they are ready to be shipped to recycling facilities. According to the Duales System Deutschland GmbH, the recycling goals set by the Packaging Ordinance have been met since the Green Dot program began. Since 1992, one year after the Packaging Ordinance went into effect, the weight of packaging consumed (i.e., not for recycling) in Germany has steadily declined. Because of the take-back requirements set by the Ordinance, and the license fee structure, manufacturers have been motivated to reduce the weight of their packaging in order to reduce their eventual recycling costs.

Methodology of DSD

The Duales System collects glass, paper, cardboard, and lightweight materials such as polystyrene, plastic, beverage containers, composites made of a mixture of materials, aluminum, and tin-plate. These product categories were chosen based on evaluations of their environmental impacts, as well as their potential for reuse and recyclability. The Duales System establishes criteria for these product categories, which manufacturers must adhere to for their packaging materials in order to be part of the program. That is, packaging made with paper products must meet certain standards set by the program in order for that packaging to be awarded the Green Dot, and therefore be accepted for recycling through the program.

Current Situation in Germany

In countries with high income per capita and low employment in agriculture packaging waste is one of the most important sources of household waste. Estimation of household waste potential in Germany (before any separate collection and recycling; remaining waste after intensive separate collection about 80 to 200 kg per person per year) is given in Table 1 and illustrated in Figure 1.

Table 1- Estimation of Household Waste Potential in Germany

	Kg / capita.year
Packaging waste (paper, plastics, metal)	90
Waste paper (not packaging)	60
Biowaste	100
Others, not recycables (e.g. nappies, ash)	70

Remaining waste after intensive separate collection is about 80 to 200 kg/capita.year.

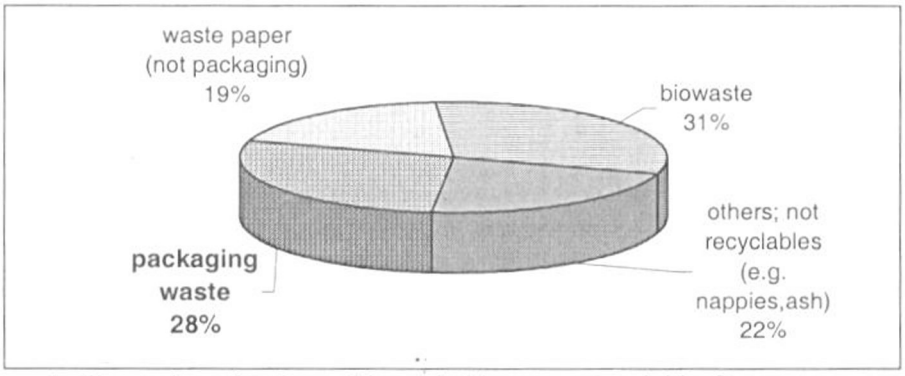
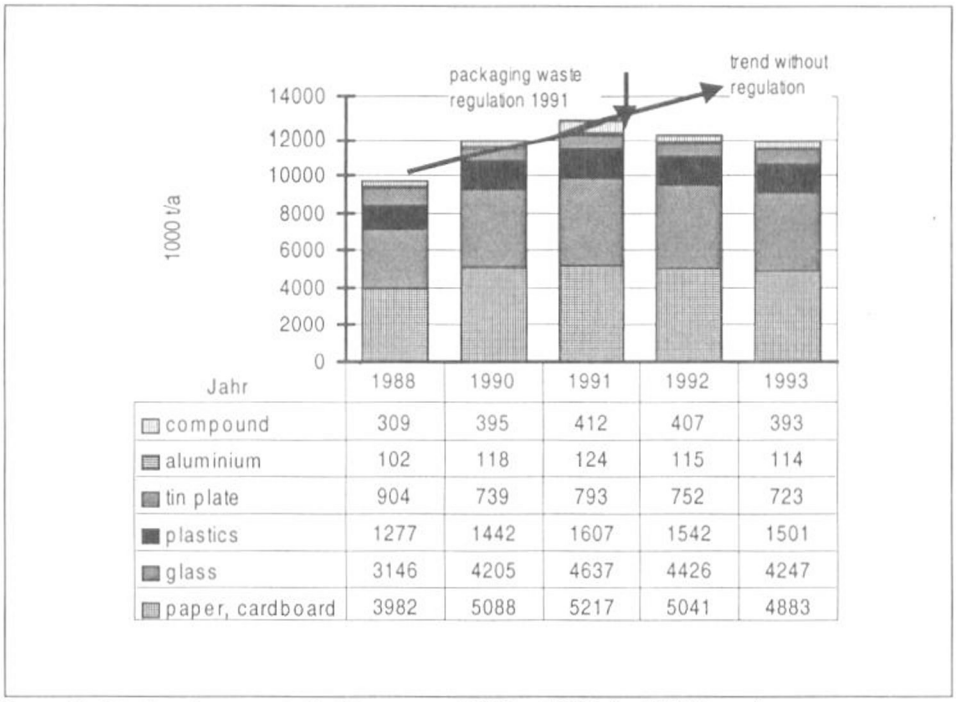


Figure 1- Illustration of estimated household waste potential in Germany

With respect to volume of waste packaging waste can reach as much as 50 percent of household waste. Since without any regulation a rapid increase of municipal waste can be observed (Figure 2), packaging waste regulations seem to be one the most important tools in municipal waste management.



Jahr	1988	1990	1991	1992	1993
compound	309	395	412	407	393
aluminium	102	118	124	115	114
tin plate	904	739	793	752	723
plastics	1277	1442	1607	1542	1501
glass	3146	4205	4637	4426	4247
paper, cardboard	3982	5088	5217	5041	4883

Figure 2- Packaging waste in Germany 1998 – 1993 in 1000 tons/year

As mentioned above, the first German packaging ordinance came into force in 1991 with the aim of packaging waste minimisation by recycling under the following conditions:

- take back and recycling of sales packaging form households, workshops and small businesses, administration , but nor from industry without charge by producer and trade
- take back and recycling of secondary packaging without charge by trade
- take back and recycling of transport packaging
- deposit on one-way beverage packaging.

However, these points 1 to 3 may be exempted if a second (dual) system that operates a nation-wide, consumer-oriented basis is set up alongside the municipal system and if this meets the recycling targets specified by the government in the Packaging Ordinance.

In Table 2 recycling targets for sales packaging material according to packaging ordinance 1998 in Germany.

Table 2- Recycling Targets for Sales Packaging Material According to Packaging Ordinance 1998 in Germany

Packaging material	reuse in per cent by weight after 01/01/1996	reuse in per cent by weight after 01/01/1999
Glass	70 %	75 %
tin plate	70 %	70 %
Aluminium	50 %	60 %
paper and cardboard	60 %	70 %
Composites	50 %	60 %
plastic, 60% of which has to be recycled materially;	50 %	60 %
Biologically degradable plastic		after July 2002 at least. 60 per cent composted

There are more than 250 packaging waste sorting facilities operated by private sector. A.R.T. ,with its capacity of 25000 ton/year, is such a facility and it is the one of the modern one in Europe. DSD system supported the facility with 1,3 million DM. A.R.T facility some systems may separate 4 different plastic types.

Proportion of plastic waste in all packaging wastes collected by DSD is about 35% and it is almost 92% pure.

Some prices for packaging waste in DSD system is given in the following tables.

Table 3- Prices for Packaging Waste in DSD System

Packaging Type	DM/kg (2001)	Cent/kg (2002)
Glass	0.15	7.6
Paper-Cardboard	0.40	20.4
Tin plate	0.56	28.6
Aluminium and other metals	1.50	76.6
Plastics	2.95	150.8
Packaging Properties	**Pf/Unit (2001)**	**Cent/kg (2002)**
<50 mL & ≤ 2 g	0.10	0.05
<50 mL & >2 g	0.20	0.10
50 - 200 mL & < 3 g	0.30	0.15
50 - 200 mL & >3 g	0.60	0.30
> 200 - 400 mL	0.70	0.35
> 400 mL - 3L	0.90	0.46
> 3 L	1.20	0.61
Packaging Properties	**Pf/Unit (2001)**	**Cent/kg (2002)**
< 150 cm^2 & ≤ 2 g	0.10	0.05
< 150 cm^2	0.20	0.10
< 150 cm^2 & > 2 g	0.20	0.10
150 - 300 cm^2 & ≤ 3 g	0.3	0.15
150 - 300 cm^2 > 3 g	0.40	0.20
> 300 - 1,600 cm^2	0.60	0.30
> 1,600 cm^2	0.90	0.45

III. Conclusion

According to the Packaging Ordinance, domestic and foreign manufacturers and distributors are required to take back all packaging waste including transport packaging such as crates, drums, pallets, and styrofoam containers, cardboard boxes, blister packs, and other product packaging such as that used to prevent theft,

for protection, and for promotional purposes. This reduces the amount of packaging waste as seen in Figure 2.

Manufacturers wishing to obtain the Green Dot must pay a license fee to the Duales System. Fees are based on the type and weight of the packaging materials. The collected fees are used to support new waste processing facilities.

IV. References

[1] E. Erdin, 1997. "Ambalaj Atıklarının Tümünün Ayrı Toplanması ve Değerlendirilmesi", II. Kıyı Sorunları ve Çevre Sempozyumu, Kuşadası.

[2] H. Doedens, E. ERDİN, 1999. "Organisation, technical Systems and Cost of Recycling of Packaging Waste in Germany and Comparison with other Systems in Europe", I. Uluslararası Ambalaj Kongresi ve Sergisi, İzmir.

[3] Federal Government of Germany, 1991, Ordinance on the Avoidance of Packaging Waste (Packaging Ordinance - Verpackungsverordnung - VerpackVO) of 12 June, 1991.

POSTER SUNUMU

POSTER PRESENTATION

TÜKETİM SONRASI PVC ŞİŞELERİN YENİDEN İŞLENMESİNDE EKLENEN ISIL KARARLI KILICILARIN ETKİSİ

IMPACT OF ADDITIONAL THERMAL STABILIZERS ON REPROCESSING OF POST-CONSUMER PVC BOTTLES

Sevgi ULUTAN
Ege Üni. Müh. Fak. Kimya Müh. Bl., 35100, Bornova-İzmir/Turkey
ulutan@bornova.ege.edu.tr

Abstract

In re-processing of PVC on recycling, the heat stabilizers, which are consumed during its first processing, have to be made up. In the present study, the granules prepared by grinding of post-consumer PVC bottles were mixed with DOP as plasticizer and with epoxidized soy bean oil, calcium stearate, and zinc stearate as thermal stabilizers. Then the films were obtained through the evaporation of methyl ethyl ketone, which is used as solvent to dissolve the abovementioned mixture, and the heat treatments were applied for 15-45 minutes at 140 and 160^{O}C. The structural changes were investigated employing UV, IR, and DSC analyses methods. In addition, the weight loss during the heat treatments was also calculated. The weight loss is attributed partly to the decomposition of PVC and the evaporation of volatile components and mainly to the removal of solvent upon heating.

In conclusion, it is understood that the thermal stabilizers used in this study sufficiently prevent the degradation of PVC during its production process. Although this study was conducted on water bottles to be recycled, it may be thought for application of other, similarly formulated PVC based, for instance, of packaging films.

Keywords: PVC packaging, PVC bottles, thermal stabilization, PVC recycling, plasticized PVC.

Özet

PVC'nin geri dönüşüm amacıyla yeniden işlenmesinde, ilk işlenişinde harcanmış olan ısıl kararlı kılıcıların eklenmesi gerekir. Bu çalışmada tüketim sonrası PVC su şişelerinden öğütülerek hazırlanan granüller, plastikleştirici olarak DOP ve ısıl kararlı kılıcı epoksidize soya yağı, kalsiyum stearat ve çinko stearat ile karıştırılmıştır.Daha sonra metil etil keton kullanılarak çözündürülen karışımdan çözücünün buharlaşması ile filmler elde edilmiş ve bu filmlere 140 ve 160^{O}C'da 15-45 dakika ısıl işlem uygulanmıştır. Filmlerde oluşan yapısal değişiklikler UV, IR, DSC analizi yöntemleri ile incelenmiştir. Ayrıca ısıl işlemlerde ağırlık kaybı da hesaplanmış, ağırlık kaybı kısmen PVC'nin bozunmasına ve uçucu bileşenlerin uzaklaşmasına, daha çok da çözücü kalıntısının buharlaşmasına bağlanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada hazırlanan karışımda kullanılan ısıl kararlı kılıcıların PVC'yi üretim sürecinde bozunmasını engellemede yeterli olacağı anlaşılmıştır. Çalışma su şişelerinin geri dönüşümü için yapılmış olmakla birlikte, benzer şekilde ısıl kararlılığı sağlanmış diğer PVC esaslı malzemelere, örneğin ambalaj filmlerine uygulanması düşünülebilir.

I. Giriş ve Amaç

PVC (polivinil klorür), plastikleştirilmiş şekilde ambalaj uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu malzemelerin hızlı tüketimi, çevresel açıdan geri kazanmayı zorunlu kılar. Amerika'daki bir vinil enstitüsünün 1993 yılında yaptığı bir çalışmada, farklı PVC formülasyonlarının birbiriyle yüksek uyumluluk taşıdığı ve özellikle ambalaj sonrası atıklar temizliği nedeniyle geri dönüşüme çok uygun bulunmuştur.

Daha önceki çalışmada [1] PVC şişelere doğrudan ısıl işlem uygulandığında kararlı kılıcıların ilk işlenişte harcanmış olduğundan, ikinci işlenişte yüksek sıcaklıkta yetersiz kaldığı gözlenmişti. Bu durumda geri dönüşüm işlemlerinde kararlı kılıcıların eklenmesi gereklidir. İlk kullanımda üründe yüksek performans sağlayan katkılar, geri dönüşümü sağlandığında da olumlu etkilerini sürdürürler[2].Kurşunlu ve kalaylılara göre etkinliği daha düşük olmakla birlikte, kalsiyum-çinko esaslı kararlı kılıcılar hem kurşuna esaslılara zararsız oluşuyla, kalay esaslılara da ucuzluğu ile üstünlük taşır. Bu kararlı kılıcılar ayrıca PVC içinde kaydırıcı görevi görürler. Kalsiyum esaslılar füsyonu kolaylaştırıp, viskositeyi artırma özelliğine de sahiptir [3].

Günümüzde su şişelerinde yerini büyük ölçüde PET'e devretmiş olsa da, PVC özellikle taze et sarımında film olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu amaçla polietilen önerilmişse de polistren tepslere yapışma güçlüğü göstermiştir. PVC ayrıca oksijen maskesi, ayakkabı astarı, şişe kapaklarının contası, masa örtüsü gibi ürünlerde kullanılmaktadır [4].

II. Araç, Gereç ve Yöntem

i. Örnek hazırlama: Tüketim sonrası mavi renkli PVC şişeler önce 1 cm^2 büyüklüğünde parçalar halinde kesildi. Bu örnekler laboratuvar tipi bir çekiçli değirmende öğütülüp yıkandı. Elde edilen toz haldeki PVC'ye 20phr DOP(Sankim), 5 phr EPSO (Akdeniz Kimya, Akstab, Alpex 5.6), 2.8 phr kalsiyum stearat (Merck) ve 0.3 phr çinko stearat (Merck) eklendi. Karışım, 80^0C'de manyetik çubukla sürekli karıştırılarak metil etil keton (MEK) içinde çözüldü. PVC/MEK oranı 1:75 olark alındı. Çözeltiden petri kaplarına dökülen örnekler bir gün çeker ocak içinde açık havada buharlaşmaya bırakılarak 100-200 mikron kalınlıkta filmler elde edildi.

ii. Isıl İşlem ve ağırlık kaybı: Örnek filmlere 15-45 dakika sürelerle 140 ve 160^0C'ye ısıtılmış hava dolaşımlı fırında (FN 500, NUVE) ısıl işlem uygulandı. Filmlerin işlem öncesi ve sonrası ağırlıkları kaydedildi.

iii. Spektroskopik inceleme: Filmlerin ısıl işlem öncesi ve sonrasında infrared ve ultravyole-görünür bölge spektrumları alındı. Çalışmada Shimadzu IR 470 ve Jasco 7800 UV-görünür Spektrofotometreler kullanıldı.

iv.Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) çalışması: Filmlerin DSC eğrileri, oda sıcaklığından 200^0C'ye 10 ^{0}C/dakika hızla ısıtma ve yaklaşık 2^0C/dakika hızla oda sıcaklığına soğutma şeklinde, hava ortamında, aluminyum kap içinde alındı.

III. Bulgular ve Tartışma

Isıtma süresi ve sıcaklık arttıkça ısıl işlemde filmlerden ağırlık kaybı artmaktadır (Tablo.1).

Tablo 1. **PVC filmlerin ısıtma sürecinde ağırlık kaybı, %m**

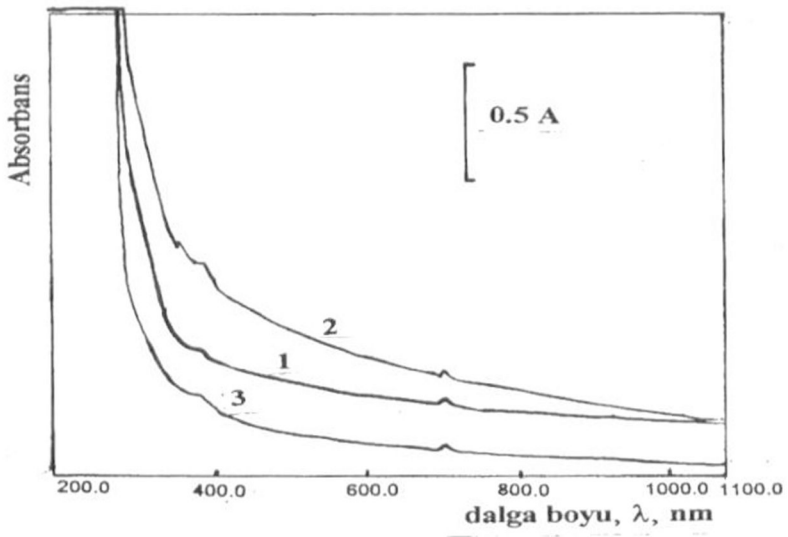
Isıtma süresi, dakika	15	30	45
140^0C'de ısıtma, %m	9.00	10.39	11.66
160^0C'de ısıtma, %m	12.68	25.63	-

Bu ağırlık kaybı başlıca plastikleştiricinin ve film üretiminde kullanılan çözücünün (MEK) uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır. Şişe üretiminde PVC'ye plastikleştirici katıldığı daha önceki çalışmada saptanmıştı. Isıl işlemde kararlı kılıcılar harcanarak azalırken, plastikleştirici de buharlaşarak eksilir. Bu çalışmada yapıdan uzaklaşabileceği düşünülen DOP ve EPSO'nun film içindeki toplam miktarı, %19.5' dir.

Ayrıca PVC'nin bozunması sonucunda hidrojen klorür ayrılır. Bu yapısal bozunmalar, UV analizinde polienlerin oluşumu şeklinde gözlenebilir. Şekil.1'de örnek olarak 140^0C'ye ısıtılan filmlerin UV-görünür bölge spektrumları verilmiştir.

Oluşan polienlerin araştırılmasında, film kalınlıklarındaki farklılıktan kaynaklanan sapmaları düzeltmek üzere, çeşitli polien gruplarına karşı gelen absorbansların, 1100 nm absorbansına oranı alınmıştır. Tablo.2'de verilen bu değerlendirmede, 140^0C'de 15 dakika ısıl işlem gören örneğin $\Sigma A_\lambda/A_{1100}$ değerinin ısıl işlem görmemiş filmin değeriyle çok yakın olduğu görülmektedir. Ancak süre ve sıcaklık arttıkça, daha yüksek değerler gözlenmektedir.

Bu durumda kararlı kılıcıların, 140^0C'deki prosesler için yeterli olduğu, ancak daha yüksek sıcaklıklarda çalışmak gerektiğinde daha güçlü kararlı kılıcılara gerek olabileceği anlaşılmaktadır.



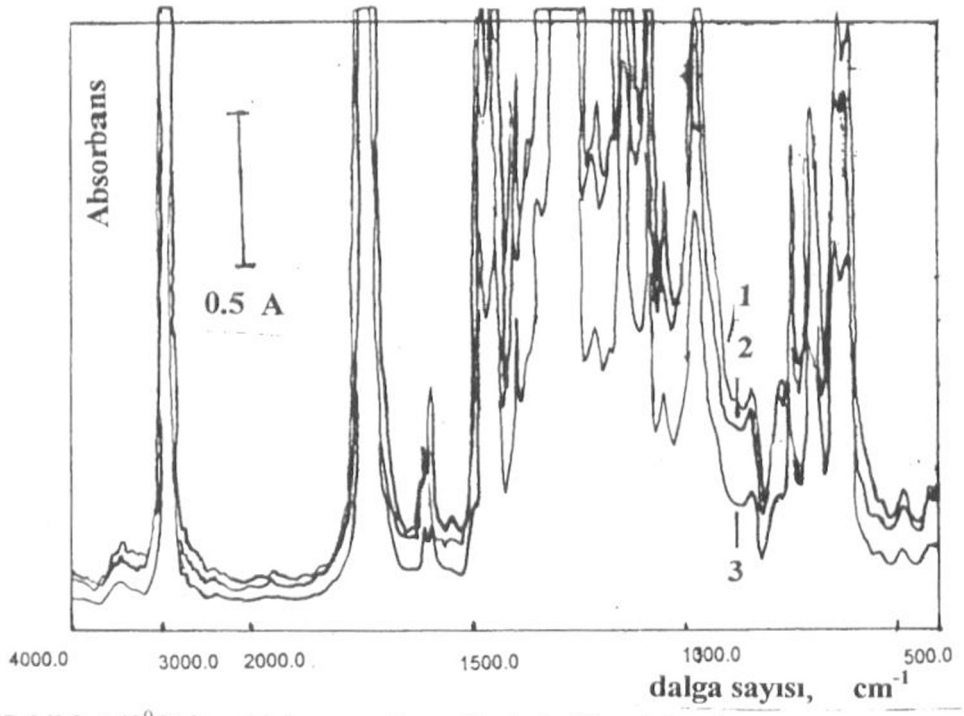
Şekil 1. 140^0C'de ısıl işlem uygulanan filmlerin UV spektrumları

Tablo 2. Çeşitli sıcaklıklarda değişen sürelerle işlem görmüş . PVC filmlerin başlangıç kalınlıkları ve UV analizinde bulunan absorbans oranları (A_λ/A_{1100})

Süre dakika	Sıcaklık ^{0}C	Kalınlık mikron	335 nm	360 nm	415 nm	470 nm	504 nm	$\Sigma A_\lambda/A_{1100}$
0	-	123	29.02	23.22	18.57	16.11	12.24	99.16
15	140	138	32.29	22.35	17.38	14.90	14.07	100.99
30	140	138	41.95	32.79	26.69	22.12	20.59	144.14
45	140	70	164.27	124.99	89.27	66.06	58.92	503.51
15	160	110	64.43	45.45	29.54	22.72	20.45	182.59
30	160	245	193.84	99.96	44.88	39.69	22.44	400.81

Eklenecek karalı kılıcıların seçiminde ise, öncelikle bir önceki uygulamada kullanılan kararlı kılıcılarla uyumluluğun araştırılması gerekir. Kalaylı kararlı kılıcılar pahalı olduğundan, kurşunlular ve ağır metal tuzları ise gıda uygulamalarında ve çevresel açıdan özellikle kullanım ömrü kısa ürünlerde kabul görmemektedir.

Isıl işlemde oluşan yapısal değişiklikleri ve buharlaşan maddeleri analiz edebilmek için IR spektroskopisinden yararlanılabilir. . Şekil.2'de örnek olarak 140^{0}C'ye ısıtılan filmlerin infrared spektrumları verilmiştir. Önceki çalışmada [1] stearatlara ait olduğu belirtilen bandların yanı sıra, bozunmaya ilişkin bandlar da incelenmiştir.



Şekil 2. 140^{0}C'de ısıl işlem uygulanan filmlerin IR spektrumları

Tablo 3. Çeşitli sıcaklıklarda değişen sürelerle işlem görmüş . PVC filmlerin başlangıç kalınlıkları veIR analizinde bulunan bağıl absorbans değerleri

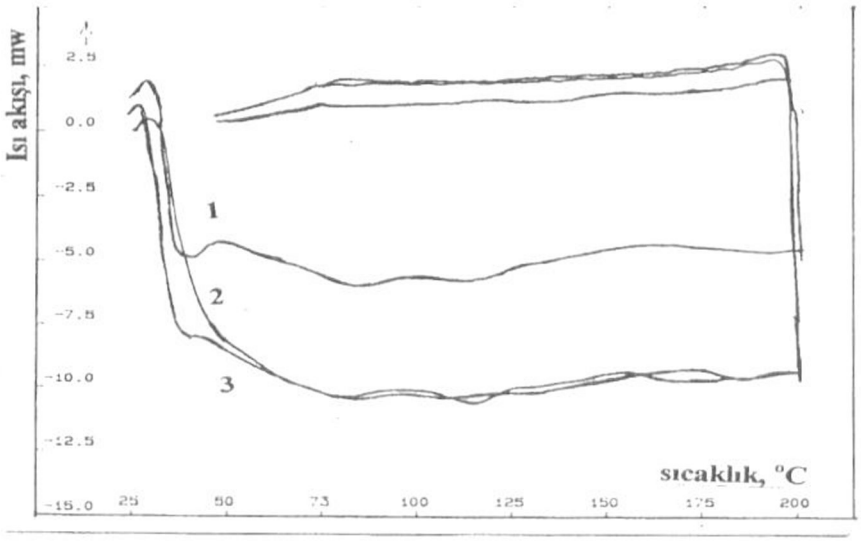
Süre dakika	Sıcaklık ^{0}C	700 cm^{-1}	800 cm^{-1}	1530 cm^{-1}	1570 cm^{-1}
0	-	5.04	2.28	1.06	.41
15	140	5.80	2.81	.81	1.28
30	140	.5.38	2.47	.76	1.24
45	140	6.56	3.01	.67	.83
15	160	5.99	2.88	1.18	.85
30	160	2.31	2.88	1.80	.53

IR spektrumlarında, stearat yapılarına ilişkin 800 ve 700 cm^{-1} ikiz bantlarının yanısıra, çinko ve kalsiyum stearatlarda gözlenen 1570 ve 1530 cm^{-1} pikleri üzerinde de durulmuştur. Band yükseklikleri film kalınlığına bölünerek gerçek bağıl geçirgenlik değerleri hesaplanmış ve Tablo.3'de verilmiştir. Şişelerdeki boya

maddesinin hazırlanan filmlerde homojen dağılmamasından kaynaklanan sapmalara rağmen, ısıtma süresi arttıkça pik yüksekliklerinin zayıflaması gözlenebilmektedir. Bu piklerin ısıl işlemden sonra görülebilmesi ise miktar olarak yeterli olduklarını ve kararlı kılıcıların harcandığını ancak tükenmediğini göstermektedir.

Bu spektrumlarda ısıtma süresi artınca plastikleştiricilere ilişkin 1720 cm^{-1} pikinin değişimi, pik yüksekliğinin fazla olması ve 1700 cm^{-1} deki, bozunan PVC yapısında oluşan karboksilik asitlere ait olması gereken pikle örtüşmesi nedeniyle gözlenememiştir. Plastikleştiricinin 2950 cm^{-1} deki ester piki de tam olarak alınamamıştır Bozunmalar sonucu hava ortamında hidroperoksit oluşumuna ilişkin

3400 cm^{-1} pikinin belirgin bir farklılaşma göstermeyişi, önemli bir bozunma olmadığını kanıtlar niteliktedir.



Şekil 3. PVC filmlerin 1.ısıl işlem öncesi 2.140^{0}C'de, 3. 160^{0}C'de 30 dakika ısıl işlem sonrası DSC eğrileri

Şekil.3'de verilen DSC eğrilerinde, ısıl işlem öncesi ve sonrası yapılarda önemli bir fark görülmemiştir. Bu örneklerin DSC öncesi ve sonrası ağırlıkları Tablo4'de görüldüğü gibidir. DSC analizindeki ısıtmada örneklerin ağırlık kaybı, %1'in altındadır. Yani madde kaybı ve bozulmalar gözlenmemektedir. 130^{0}C civarında çinko stearatın, 178^{0}C civarında da kalsiyum stearatın erime pikinin gözlenmesi de, IR bulguları sonrasında beklenen bir sonuçtur.

Tablo 4. DSC analizinde PVC filmlerin analiz öncesi ve sonrası

Isıl işlem	yok	140 ^{0}C	160 ^{0}C
DSC öncesi	30.60	41.70	37.00
DSC sonrası	30.30	41.70	36.50
%fark	0.99	0.00	0.99

IV. Sonuç

Tüketim sonrası PVC'den hazırlanan granüllere yeniden kararlı kılıcılar eklenerek üretilen filmlere ısıl kararlılık kazandırılmıştır. Uygulanan ısıl işlemde filmler dehidroklorinasyon şeklindeki bozunmaya karşı korunmuştur. 30 dakika süreli ısıl işlem, pratikte uygulanana göre hayli uzundur. Yine de özellikle 140^{0}C'de bozunma olmamış, 160^{0}C'de ise kısman bozunma olmuştur. Uzun ısıtma süreleri plastikleştiricinin de kaybına neden olduğundan, yararlı değildir. PVC'nin füzyonu için çok daha kısa süreler yeterli olabilmektedir.

PVC esaslı ambalaj maddelerinin geri dönüşümü olanağı vardır ve sorunlu değildir. Çevre kirliliğini ve atıkların belediye çöp depolarında yer kaplamasını azaltmak için olduğu kadar, ekonomik yönüyle de PVC'nin geri kazanımı sağlanmalıdır.

Teşekkür: Dr. Ulutan, bu çalışmada filmlerin hazırlanması, IR ve UV spektrumlarının alınmasında ve çalışmanın derlenmesinde yoğun emeği bulunan Kimya Müh. Serdar ÖZMISIRLI ve Kimya Müh. Melek CAN'a teşekkür eder.

V. Kaynaklar

[1] Ulutan S., "A Recycling Sssesment of PVC Bottles by means of Heat Impact Evaluation on its Reprocessing", J. Appl. Polym. Sci., 69 (1998) 865.

[2] Can, M., Özmısırlı, S., "Recycling of Post-Consumer PVC Bottles", Diploma Projesi, Ege Üniv. Kimya Müh. Bl., 1998, İzmir.

[3] Thomas, N.L., "Calcium Zinc Stabilizers for PVC Pressure Pipe", Plast. Rub. Compos. Process. Applic." 19 (1993) 263.

[4] Culp, E., "Vinyl, Under Attack, Shows İts Staying Power", Modern Plas. Intrn., Nov. 1994.

PACKAGING WASTE MINIMIZATION
AMBALAJ ATIKLARININ AZALTILMASI

Afşar ÜRÜT Ertuğrul ERDİN
Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü BUCA-İZMİR
afsaru@superonline.com

Summary

Waste minimization is a very popular concept for last several years. The main aim of the process is to reduce the amount of waste generated at the source, and than when it is not possible further reduction, the recovery process will take place. Clean Production is also a new concept, which gaining increasing popularity, a way of waste minimization at source. Today environmental problems are handled as systems and integrated solutions are produced. One of the effective methods is Environmental Management System concept and ISO 14000 standards, where both of them will promote the reduction of waste amount at source.

Özet

Son yıllardan tüm dünyada kabul gören bir trend var, atıkların azaltımı. Bunun en efektif yollarından biri kaynakta atık azaltımı, eğer daha fazla atık azaltımı sağlanamıyorsa, o zamanda mümkün olan en yüksek oranda atık geri çevirimi yapmak. Temiz üretim konsepti gittikçe popülerlik kazanan atık azaltımını yöntemlerinden biri. Aslında günümüzde herhangi bir çevresel uygulamayı diğerlerinden ayırmak çok yanlış. Artık çevresel problemler sistem bazında ele alınıyor ve sorunlara entegre çözümler üretiliyor, bunların en etkinlerinden biri de Çevre Yönetim Sistemleri ve bunu düzenleyen ISO 14000 standartları, ki her ikiside kaynakta atık azatımını öngörüyor.

I. Introduction

Have you ever think how much waste you produced during your life time. Make an assumption, you will live fot 70 years, and you will generate 1 kg/day solid waste. By simple calculation you should produce almost 26 tons of solid waste. While we are shopping we never think about the amount of waste we produce.

There are many different methods to treat generated waste, which are named in general as end-of-pipe technologies. At 1990 in US will be spend 115 billion $, by both industry and government for the end-of-pipe technologies[1]. According to World Bank, parallel to the rapid development and increase in population in South Asia, 20 billion $ was spend because of the environmental disasters. UNEP (United Nations Environment Program) was published that, at 1990 almost 300 billion $ was used for end-of-pipe technologies.

Not producing waste seems to be logical in comparison with the treatment of the waste produced. If you don't generate you don't have to clean. Logical but not simple. There are different approaches to minimize, or even if possible eliminate the waste produced. One of them is clean production.

One of the popular description of clean production concept was created by UNEP. According to UNEP, clean production is a continuous and integrated application of processes and products, which will increase the efficiency, prevent the pollution of air, water, and soil, prevent the generation of wastes at the source, and minimize the risks on people and environment.

In Turkey, TTGV (Turkish Technology Development Foundation) and Tübitak-MAM are dealing with clean production concept. There will be a project, which will be the base structure for this purpose, named TÜM (Clean Production Center). We should describe the main functions of TÜM as to ;

- Generate clean production policies and strategies for the government, and to produce action plans in order to apply these policies and strategies,
- By following the researches (studies) on clean production, provide AR-GE (research-development), technology improvement, and if necessary technology transfer studies. Create the coordination at national and international level.
- Assemble an "**Akredite** Laboratory Network", where necessary tests and analyses should done and documented, in order to perform and follow clean production studies.
- Consult both the public and private organizations for clean production, and provide national and international consultancy support. Provide coordination and coorperation between financing institutions, in order to get support to clean production policies and strategies for priority projects.
- Built"Information Center", which will collect knowledge and information, and provide a database to assess and distribute these informations to the whole country. Information Center is in contact with other centers all around the world, so that it should follow new technological innovations, prepare reports, documents, and broadcasts.

- Prepare seminars about clean production aims and principles for industrial establishments and related associations.[2]

But as far as I know the center is not in operation yet.

In order to make clean production there must be developed new technologies, which will consume less raw material and energy, so that it produce less amount of waste. The technology should only be innovated in educated publics. The most misleading concept about development is that the importation of technology is not a real developement. We will only be an industrialized and developed country if we should generate our own technology.

While we come to the point of development, let's continue with "Sustainable Developement" concept. The term Sustainable Developement was first sed and put forward as a global priority by the "Bruntland Commission of Environment and Developement", at 1988. The commisssion report defines it as; " Development that meet the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.[3]

Success depends upon the continued social and technological innovation to bring more people into a more into a more integrated market place, while reducing environmental impacts and social ineqiuty.[4]

Sustainable developement is built on three pillors, economic growth, ecological balance, and social progress. One key trend today is the widening of the concept of sustainable development to put much more emphasis on coorperate social responsibility.[5]

Both clean production and sustainable developement should only be achieved by waste minimization. Waste minimization is an umbrella term that will include;

1. **Source Reduction :** Reduce the amount of the waste at the source, through changes in industrial processes.
2. **Recycling :** Reuse and recycle for the original or some other purpose, such as material recovery or energy production.
3. **Incineration/ Treatment :** Destroy, detoxify, and neutralize wastesinto less harmful substances.
4. **Secure Land Disposal :** Deposit wastes on land using volume reduction, encapsulation, leachate containment, monitoring, and controlled airand surface/subsurface waste releases.

By application of waste minimization program any organization should;

- Save money by reducing waste treatment and disposal cost, raw material purchases, and other operating costs.

- Meet the waste minimization policy goals.(If any exist, but as described above TÜM should provide such a policy to Turkey)
- Protect public health and worker health and safety.
- Protect environment.

The main objective of waste minimization program is the source reduction, so to prevent the generation of waste, than comes the recycling options. This hierarchy of effort stems from the environmental desirability of source reduction as the preferred means of waste minimization. Treatment options should be considered only after acceptable waste minimization techniques have been identified. Application of waste minimization program should also improve the efficiency of the process.

There exist certain waste minimization techniques;

II. Source Reduction

Product Changes:

- Product substitition
- Product conservation
- Change in product composition

Source Control :

a) Input Material Changes:
   - Material purification
   - Material substitution

b) Technology Changes:
   - Process changes
   - Equipment, piping, or layout changes
   - Additional automation
   - Changes in operational settings

c) Good Operating Practices
   - Procedural measures
   - Loss prevention

- Management practices
    - Waste stream segregation
    - Material handling improvements
    - Production scheduling

III. Recycling (Onsite And Offsite)

Use and Reuse :

- Return to original process
- Raw material substitute for another process

Reclamation:

- Processed for resource recovery
- Processed as by-product

Waste minimization program is an organized , comprehensive, and continual effort to systematically reduce waste generation. A waste minimization program should reflect the goals and policiesfor waste minimization set by the organizations management. The objectives of waste minimization program are best conveyed to a company's employeesthrough formalpoliciy statement or management directive. But to be truly effective, the philosophy of waste minimization must be developed in the organization. This means that waste minimization must be an integral part of the company's operations.

There wil be certain phases of a waste minimization program; planning and organization phase, assessment phase, feasibility phase, implementation. Periodic reevaluation of the goals is recommended due to changes in awailable technology, raw material supplies, environmental regulations, and economic climate.[6]

Finally I would like to describe the Environmental Management concept, which will cover all other topics presented in this work. Environmental Management is practising of plans, applications, and inspections in order to protect the environment we live in, air, water, soil, natural sources, flora, and fauna.

Environmental Management System, is the organizational structure of the application of the Environmental Management, which will cover responsibilities, methods, operations, necessary documents, and sources.

At 1993 CEN(Avrupa Standartları Komitesi), ISO (International Standards Organization), and BSI (British Standards Institute) will produced in cooperationthe ISO 14000 standards, which is a general guide of the principles, methods, assistant techniques of the Environmental Management System.

The main characteristics of the standards are;

1. Preventive, the aim is to prevent the generation of any problem.
2. General, it should be applied seperately to different departments, and/or at the same time for the whole of the same organization, even if it is operating in different sectors.
3. International.
4. It will not attribute to any countries or to any international standard.
5. Compel the exact definition of objectives and aims. It will not describe any limits, but it will only interested with systems and procedures.
6. Inspected at unknown periods.
7. Continuous improvement is a must for the whole of the system.
8. The improvements and operations applied to the system must be announced to public continually.

There exist some other Environmental Management System standrads. Like, **BS 7750 Standards** of BSI, **Responsible Care (RC)**: trio responsibility, Chemical Industrialist Association Standards, **EMAS (Environmental Management and Audit Scheme)** , standards for EU.[7]

IV. Conclusion

As described above article, waste minimization has gaining increasing popularity especially in developed countries, where the public is sensitive to environmental concerns. But for developing countries, like Turkey, environment is not the most important concern for the public. Minimization of the amount of waste pruduced is one of the most feasible and logical concern to solve environmental problems. With increased environmental awareness,whichis created with education, the sustainable development goal should be achieved.

V. References

[1] "Environmental Investments; The Cost of a Clean Environment, 1991" Report

[2] "Temiz Üretim- Temiz Ürün Çevre Dostu Teknolojiler Çalışma Grubu, Sanayi Sektörü Raporu", Tübitak-TTGV Bilim-Teknoloji-SanayiTartışmaları Platformu, Ekim 1999, Ankara

[3] "Sustainable Developement", Jean C. Davis, Conoco Inc. Sustainable Developement Manager, at 19th Annual Executive Conferance of the Cambridge Research Associates, February 8, 2000

[4] " Have We the Foresight for Sustainable Developement ?", Andrew Dearing, Innovation and Technology Program Manager, WBCSD, June 1999

[5] "Global Perspectives on Sustainable Developement", Björn Stigson, President of WBCSD, Australian Institute for Company Directors, Melbourn, July 20, 1999

[6] "Waste Minimization Opportunity >ssessment Manuel", EPA/625/7-88/003

[7] ISO 14000/ÇYS Projesi, DEÜ Çevre Mühendisliği Lisans Bitirme Tezi(2001), Tamer GÜNGÖR

ÖZETLER

ABSTRACTS

PLASTİK KOMPOZİT SİSTEMLER VE ARA YÜZEYLERİN ÖNEMİ

PLASTIC COMPOSITES AND THE IMPORTANCE OF INTERFACE / INTERPHASES

Güneri AKOVALI
ODTÜ 06531 Ankara

Abstract

In the age of plastics, they are widely being used in the form of composites. By transforming a plastic into a plastic composite, a number of important gains in various physical and chemical properties are possible to obtain.

Plastic composites are mainly produced either by combining the plastic matrix with various active reinforcing additives / fillers (or by appropriate blending of various polymer types) together. Basic principles in this production are, firstly; to combine the various properties of components together succesfully (which is expected to produce a system with properties common to both of the components or even with better –synergistic- properties), and secondly; to keep the components in the form of different phases. At this point, the importance of interface and interphases come to the fore: because, there must be proper level of adhesion nedded between different phases in the composite system.

In this talk, the importance of interface and interphases in polymer composite systems will be stressed on with various examples,and the existing techniques and methods available for their modification and improvement will be presented along with several examples.

Özet

Günümüzde plastikler, yaygın olarak; "plastik kompozitler" şeklinde kullanılmaktadır. Böylece malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri önemli ölçüde arttırılmakta, sayısız kazanım sağlanmaktadır.

Kompozit sistemler, plastik matrise eklenen çeşitli takviye edici (pekiştirici) dolgu maddelerinden yararlanarak – veya doğrudan farklı polimer türlerinin uygun şekilde harmanlanması ile- oluşturulabilir. Bu oluşumda temel prensip, farklı özellikteki sistemleri her birinin farklı üstün özelliklerini başarı ile bir araya

getirip; tutmaktır. Böylece en azından "bileşenlerin özelliklerini yansıtan", hatta bazı hallerde her birinin özelliklerinin çok üstündeki değerler ulaşılabildiği (kısaca sinerjistik) yeni sistemler (kompozitler) elde edilir. Bu oluşumda dikkat edilmesi gerekli bir başka prensip de, bileşenlerin ayrı adacıklar (fazlar) halinde bulunması ve bunların arasında yer alan "ara yüzey" lerin "uygun yapışma derecesinde" olmasıdır. Bu nedenle kompozity sistemlerde ara yüzeyler büyük önem taşımakta ve yoğun araştırma ve geliştirme çalışmalarına konu olmaktadır.

Bu konuşmada, polimer kompozit sistemlerinde ara yüzeylerin önemi vurgulandıktan sonra, bu yüzeylerin geliştirilmesine yönelik olarak yapılan çalışmalardan ve elde edilen sonuçlardan bazı örnekler de sunulacaktır.

Yazar Dizini / *Author Index*

Sayfa
Page

AKOVALI, Güneri 603
Plastik Kompozit Sistemler ve Ara Yüzeylerin Önemi / *Plastic Composites and The Importance Of Interface / Interphases*

ALGAN, Ertuğrul 469
Ürün Kimliğinin Oluşturulmasında Tasarımcının Rolü / *The Role of the Designer in the Development of Product Identity*

ALİŞAN, Demet 463
Perakende Sektörde Ambalaj Eğilimleri / *Packaging Trends In The Retail Sector*

ALSOY ALTINKAYA, Sacide; Bülent ÖZBAŞ; Hacer YENAL 261
Kuru Döküm Metoduyla Selüloz Asetat Filmlerinin Hazırlanması ve Özelliklerinin İncelenmesi / *Preparation Of Cellulose Acetate Films By Dry Casting Method and Investigation Of Properties*

ALTEN, Akın; Ertugrul ERDİN; Afşar ÜRÜT 525
Avrupa Birliğinde Ambalaj Atıklarının Değerlendirilmesi, Sistemlerinin Ekonomik Analizi / *The Economical Analyses of Utilization of Packaging Wastes in European Union*

ALTEN, Akın; Eruğrul ERDİN; Görkem ŞİRİN 575
Almanya'da Ambalaj Atıklarının Ayrı Toplanması ve DSD Sisteminin İncelenmesi / *Seperate Collection of Packaging Waste in Germany and Investigation of DSD System*

ARKIŞ, Esen 145
Polietilen Filmlerde Kalsit Katkısının Saptanması / *Determination Of Calcite Additive In Polyethylene Films*

AYDEMİR, Cem; Mehmet OKTAV; Osman ŞİMŞEKER 337
Pürüzlü – Pürüzsüz Kağıt Yüzeyine Tramlı Baskıda Mekanik Nokta Şişmesinin Uygulamalı İncelenmesi / *The Applied Investigation Of Mechanical Dot Gain To The Surface Of Rough and Smooth Paper In The Trammed Print*

AYDIN, Mehmet; Timur SOYSAL; Muharrem SÖZEN; Efe N. GENÇOĞLU; Semiha YAVUZ 375
Kendinden Yapışkanlı Etiket Baskısında Tramton Değer Kaybına Bağlı Renk Sapmasının Önlenmesine Yönelik Çalışmalar / *The Halftone Dot Loss Related Color Deviation In Self Adhesive Label Printing*

BAĞAN, Mustafa 31
Tehlikeli Yüklerin Uluslararası Karayolu Taşımacılığında Kullanılan Ambalaj Türleri ve Markalama (Sınıf 3,4,5,6,8,9) / *Packaging Types and Marking For International Carriage Of Dangerous Goods (Class 3,4,5,6,8,9)*

BALKÖSE, Devrim; Semra ÜLKÜ; Fehime ÖZKAN 163
Nem Çeken Ambalaj Malzemelerinin Geliştirilmesi / *Development Of Dessicanting Packing Materials*

BANAR, Müfide; Çiğdem VARDAR; Semra MALKOÇ; Aysun ŞAHİN; Cezmi NEYİM; Alphan ERÖZTÜRK 417
Kampus Katı Atıklarının Değerlendirilmesi ve Anadolu Üniversitesi Örneği / *Recovery Of Campus Solid Wastes and As An Example: Anadolu University*

BEYTUT, Hüseyin N.; Hayri ÜNAL; Mehmet OĞUZ 351
Ofset Baskıda Film, Kalıp ve Baskının Densitometre İle Kalite Kontrolü / *The Quality Control by a DensityMeter of Film, Mould and Press in Offset Printing*

BRUDER, Jürgen 15
Plastik Ambalaj – Temel Gelişmeler ve Yenilikler / *Plastics Packaging – Basic Market Developments and Innovations*

BÜYÜKPEHLİVAN, Gülhan; Ömer B. ZELZELE; Lütfi ÖZDEMİR; Elif URAL 311
Karton Ambalaj Üretimine Destek Sağlayan Elektronik Bilgi Ağinin Taranmasi / *A Research on the Electronical Information NetWork that Supports Cardboard Packaging*

ÇAKIROĞLU, Behiye; Sevgi ULUTAN; Selda GÖKTAŞ 551
Plastikleştirilmiş PVC Filmlerinden DOP Göçü / *Plasticizer Migration From PVC-DOP Films*

ÇETİNKAYA, Mevlüt 441
Dünya Hampetrol Fiyatlarının Termoplastik Ürün Fiyatlarına Yansıması / *Reflection Of World Oil Prices In Thermoplastics*

DEMİR, Alper; Oktay ELKOCA; M. Zeki MAHMUTOĞLU 191
Ambalaj Sektöründe Kalay ve Krom Kaplı Teneke ve Erdemir'de Üretimi / *Tinplate and Tin Free Steel In Packaging and Their Production In Erdemir*

DEMİRBAŞ, Faruk; Tülay ŞERMET; Hikmet A. GÜNDOĞDU; Cavit ÖZTÜRKCAN; Rahim İŞLER 243
Doğal Yaşlandırma Sera Çalışması / *Examined Natural Weathering Greenhouse*

ELKOCA, Oktay; M. Zeki MAHMUTOĞLU, Alper DEMİR 191
Ambalaj Sektöründe Kalay ve Krom Kaplı Teneke ve Erdemir'de Üretimi / *Tinplate and Tin Free Steel In Packaging and Their Production In Erdemir*

ERDEN, M. Çetin; Ş. Cem ÖZAKHUN; Harun PARLAK; Arif ÖZCAN 289
Karton Ambalajlarda Tasarım Değişikliklerinin Nedenleri, Olumsuz Etkileri ve Çözüm Önerileri / *The Reasons for Changes in Design ofCardboard Packaging, its Negative Effects and Suggestions to Overcome Those Effects*

ERDİN, Ertuğrul; Afşar ÜRÜT 593
Ambalaj Atıklarının Azaltılması / *Packaging Wate Mimization*

ERDİN, Eruğrul; Akın ALTEN; Görkem ŞİRİN 575
Almanya'da Ambalaj Atıklarının Ayrı Toplanması ve DSD Sisteminin İncelenmesi / *Seperate Collection of Packaging Waste in Germany and Investigation of DSD System*

ERDİN,Ertugrul; Afşar ÜRÜT; Akın ALTEN 525
Avrupa Birliğinde Ambalaj Atıklarının Değerlendirilmesi, Sistemlerinin Ekonomik Analizi / *The Economical Analyses of Utilization of Packaging Wastes ın European Union*

EROĞLU, Tuba 89
Hijyenik Ambalaj HACCP (Kritik Kontrol Noktalarinda Tehlike Analizi) / *Hygenic Packaging HACCP*

ERÖZTÜRK, A.; O. C. NEYIM, E. METIN 561
Türkiye'de Ambalaj Atıklari, Geri Kazanım Uygulamaları ve Geri Kazanım Sanayii / *Packaging Recycle and Packaging Recycle Industry in Turkey*

GENÇOĞLU, Efe N.; Ş. Cem ÖZAKHUN; Türkün ŞAHİNBAŞKAN; Candan SELİMBEYOĞLU; Batuhan KURT 365
Renk Yönetim Sisteminin Ofset Baski Ve Flekso Baski Sistemlerine Uygulanmasi / *The Application of Color Management System on Offset and Flexo Printing Systems*

GENÇOĞLU, Efe N.; Timur SOYSAL; Muharrem SÖZEN; Semiha YAVUZ; Mehmet AYDIN 375
Kendinden Yapışkanlı Etiket Baskısında Tramton Değer Kaybına Bağlı Renk Sapmasının Önlenmesine Yönelik Çalışmalar / *The Halftone Dot Loss Related Color Deviation In Self Adhesive Label Printing*

GEYİK BİÇER, Nurgül 427
Tüketimin Çevreye Etkisi ve Plastik Kökenli Atıklarin Azaltilmasina Yönelik Çabalar / *Environmental Effects Of Consumption and Significant Efforts On Plastic Waste Disposal*

GÖKTAŞ, Selda; Sevgi ULUTAN; Behiye ÇAKIROĞLU 551
Plastikleştirilmiş PVC Filmlerinden DOP Göçü / *Plasticizer Migration From PVC-DOP Films*

Gülden ÜNSAL 185
Cam Ambalaj Endüstrisindeki Genel Yönelimler / *General Trends In Glass Packaging Industry*

GÜNDOĞDU, Hikmet A.; Tülay ŞERMET; Faruk DEMİRBAŞ; Cavit ÖZTÜRKCAN; Rahim İŞLER 243
Doğal Yaşlandırma Sera Çalışması / *Examined Natural Weathering Greenhouse*

GÜREL, Emet 477
Ambalaj Yönetiminde Renk Stratejisi / *Colour Strategy In Packaging Management*

Hasan ÇAMBER 269
Ambalajda İnce Film Trendi / *Thin Gauge Trend In Packaging*

İMAMOĞLU, Sami; Öznur ÖZDEN 277
Atık Kağıt Kullanımının Oluklu Mukavva Özellikleri Üzerine Etkisi Ve Atık Kağıt Sınıflandırma Sistemi / *The Impact Of Secondary Fibre On Corrugated Board And Waste Paper Classification System*

İŞLER, Rahim; Feridun ŞENOL; Dilek UZUN 221
AYPE' nin Büzülme (Shrink) Özelliğinin Film Ekstruzyon Şartlari İle İlişkisinin İncelenmesi / *The Relationship Between Extrusion Conditions And Shrink Properties Of Low Density Polyethylene*

İŞLER, Rahim; Nil SIRIMOĞLU; Aysun TALAY; Ali ÖZİŞ 231
Plastik Ambalaj Malzemeleri İçin Uygulanan Kalite Kontrol Testleri / *Quality Control Tests Of Plastic Packaging Materials*

İŞLER, Rahim; Tülay ŞERMET; Hikmet A. GÜNDOĞDU; Faruk DEMİRBAŞ; Cavit ÖZTÜRKCAN 243
Doğal Yaşlandırma Sera Çalışması / *Examined Natural Weathering Greenhouse*

KAYA, Serpil 43
Fleksible Ambalajda Alüminyum Folyo Kullanım / *Aluminum Usage in Flexible Packaging*

KURT, Batuhan; Efe N. GENÇOĞLU; Ş. Cem ÖZAKHUN; Türkün ŞAHİNBAŞKAN; Candan SELİMBEYOĞLU 365
Renk Yönetim Sisteminin Ofset Baski Ve Flekso Baski Sistemlerine Uygulanmasi / *The Application of Color Management System on Offset and Flexo Printing Systems*

MAHMUTOĞLU, M. Zeki; Oktay ELKOCA; Alper DEMİR 191
Ambalaj Sektöründe Kalay ve Krom Kaplı Teneke ve Erdemir'de Üretimi / *Tinplate and Tin Free Steel In Packaging and Their Production In Erdemir*

MALKOÇ, Semra;Müfide BANAR; Çiğdem VARDAR; Aysun ŞAHİN; Cezmi NEYİM; Alphan ERÖZTÜRK 417
Kampus Katı Atıklarının Değerlendirilmesi ve Anadolu Üniversitesi Örneği / *Recovery Of Campus Solid Wastes and As An Example: Anadolu University*

McDERMOTT, Jim 5
Tüketici Gözüyle Ambalaj / *Packaging From The View Of The Customer (A Sociological View)*

METIN, E.; O. C. NEYIM; A. ERÖZTÜRK 561
Türkiye'de Ambalaj Atıklari, Geri Kazanım Uygulamaları ve Geri Kazanım Sanayii / *Packaging Recycle and Packaging Recycle Industry in Turkey*

NARAYAN, Ramani 541
Çevreye Duyarlı Doğada Parçalanabilen Ambalaj Malzemelerinin Dizaynı / *Design & Engineering Of Ecoefficient, Biodegradable Packaging Materials*

NEYİM, Cezmi; Müfide BANAR; Çiğdem VARDAR; Semra MALKOÇ; Aysun ŞAHİN; Alphan ERÖZTÜRK 417
Kampus Katı Atıklarının Değerlendirilmesi ve Anadolu Üniversitesi Örneği / *Recovery Of Campus Solid Wastes and As An Example: Anadolu University*

NEYIM,O. C.; E. METIN; A. ERÖZTÜRK 561
Türkiye'de Ambalaj Atıklari, Geri Kazanım Uygulamaları ve Geri Kazanım Sanayii / *Packaging Recycle and Packaging Recycle Industry in Turkey*

OĞUZ, Mehmet; Hayri ÜNAL; Hüseyin N. BEYTUT 351
Ofset Baskıda Film, Kalıp ve Baskının Densitometre İle Kalite Kontrolü / *The Quality Control by a DensityMeter of Film, Mould and Press in Offset Printing*

OKAY,Pınar 389
Dispensing Sistemler Ambalaj Sektöründe Bir Gereklilik midir? / *Are The Dispensing Systems Necessary For Packaging Industry?*

OKTAV, Mehmet; Cem AYDEMİR; Osman ŞİMŞEKER 337
Pürüzlü – Pürüzsüz Kağıt Yüzeyine Tramlı Baskıda Mekanik Nokta Şişmesinin Uygulamalı İncelenmesi / *The Applied Investigation Of Mechanical Dot Gain To The Surface Of Rough and Smooth Paper In The Trammed Print*

OKTAV, Mehmet; Yasemin ŞEKERCİOĞLU; Ömer B. ZELZELE; Mert ÜLGEN 295
Karton Ambalaj Sektöründe Sağlığı Ve İşgüvenliğini Olumsuz Etkileyen Faktörlerin Önlenmesine Yönelik İnceleme / *A Study on the Factors that Negatively Affect Health and Safety Measures in Cardboard Packaging*

OKUR, Ahmet 49
Türkiye'de Plastik Ambalaj Sektöründe Piyasa Yapısının Analizi / *The Analysis of the Plastic Packaging Sector in Turkey*

OLSEN, Mette Brandt 99
Ambalaj Endüstrisi için Hijyen Yönetimi / *Adas Hygiene Management For The Packaging Industry*

ÖNDEDİR, Ferit Can 321
Gradasyon / *Gradation*

ÖNER, Ali Ercan 201
Teneke Ambalajdaki Yenilikler / *Innovations On Tin Cans*

ÖZAKHUN, Ş. Cem; Efe N. GENÇOĞLU; Türkün ŞAHİNBAŞKAN; Candan SELİMBEYOĞLU; Batuhan KURT 365
Renk Yönetim Sisteminin Ofset Baski Ve Flekso Baski Sistemlerine Uygulanmasi / *The Application of Color Management System on Offset and Flexo Printing Systems*

ÖZAKHUN, Ş. Cem; M. Çetin ERDEN; Harun PARLAK; Arif ÖZCAN 289
Karton Ambalajlarda Tasarım Değişikliklerinin Nedenleri, Olumsuz Etkileri ve Çözüm Önerileri / *The Reasons for Changes in Design ofCardboard Packaging, its Negative Effects and Suggestions to Overcome Those Effects*

ÖZBAŞ, Bülent; Hacer YENAL; Sacide ALSOY ALTINKAYA 261
Kuru Döküm Metoduyla Selüloz Asetat Filmlerinin Hazırlanması ve Özelliklerinin İncelenmesi / *Preparation Of Cellulose Acetate Films By Dry Casting Method and Investigation Of Properties*

ÖZCAN, Arif; M. Çetin ERDEN; Ş. Cem ÖZAKHUN; Harun PARLAK 289
Karton Ambalajlarda Tasarım Değişikliklerinin Nedenleri, Olumsuz Etkileri ve Çözüm Önerileri / *The Reasons for Changes in Design ofCardboard Packaging, its Negative Effects and Suggestions to Overcome Those Effects*

ÖZDEMİR, Lütfi; Ömer B. ZELZELE; Gülhan BÜYÜKPEHLİVAN; Elif URAL 311
Karton Ambalaj Üretimine Destek Sağlayan Elektronik Bilgi Ağinin Taranmasi / *A Research on the Electronical Information NetWork that Supports Cardboard Packaging*

ÖZDEN, Öznur; Sami İMAMOĞLU 277
Atık Kağıt Kullanımının Oluklu Mukavva Özellikleri Üzerine Etkisi Ve Atık Kağıt Sınıflandırma Sistemi / *The Impact Of Secondary Fibre On Corrugated Board And Waste Paper Classification System*

ÖZİŞ, Ali; Nil SIRIMOĞLU; Aysun TALAY; Rahim İŞLER 231
Plastik Ambalaj Malzemeleri Için Uygulanan Kalite Kontrol Testleri / *Quality Control Tests Of Plastic Packaging Materials*

ÖZKAN, A. Rasim; Jale YANIK 411
Niigata Plastik Dönüşüm Merkezinde Atık Plastiklerin Sıvılaştırılması / *Waste Plastics Liquefaction Technology of Niagata Plastics to Oil Conversion Center*

ÖZKAN, Fehime; Devrim BALKÖSE; Semra ÜLKÜ 163
Nem Çeken Ambalaj Malzemelerinin Geliştirilmesi / *Development Of Dessicanting Packing Materials*

ÖZMIHÇI, Filiz, Hilal PEHLİVAN; Funda TIHMINLIOĞLU 173
Doğal Zeolit – Polipropilen Kompozitlerde Su ve Su Buharı Sorpsiyonunun İncelenmesi / *The Inspection of Water and Water Vapor Sorption in Natural Zeolite – Polypropylene Composites*

ÖZTÜRKCAN, Cavit; Tülay ŞERMET; Hikmet A. GÜNDOĞDU; Faruk DEMİRBAŞ; Rahim İŞLER 243
Doğal Yaşlandırma Sera Çalışması / *Examined Natural Weathering Greenhouse*

PACEPAVICIUS, Peter 59
Gıda Ambalajı Üretiminde HACCP / *The Use Of Haccp In Food Packaging Manufacture*

PAKEL, Murat; Sevgi ULUTAN 153
Silan Bağlayici İçeren PVC – DOP Filmlerin Özellikleri / *Properties Of PVC – DOP Films Containing Silane Coupling Agent*

PARLAK, Harun; M. Çetin ERDEN; Ş. Cem ÖZAKHUN; Arif ÖZCAN 289
Karton Ambalajlarda Tasarım Değişikliklerinin Nedenleri, Olumsuz Etkileri ve Çözüm Önerileri / *The Reasons for Changes in Design ofCardboard Packaging, its Negative Effects and Suggestions to Overcome Those Effects*

PEHLİVAN, Hilal; Filiz ÖZMIHÇI; Funda TIHMINLIOĞLU 173
Doğal Zeolit – Polipropilen Kompozitlerde Su ve Su Buharı Sorpsiyonunun İncelenmesi / *The Inspection of Water and Water Vapor Sorption in Natural Zeolite – Polypropylene Composites*

PİŞKİN, Erhan; Hülya YAVUZ 125
Ambalaj Malzemesinde Yeni Yaklaşimlar: Doğada Parçalanabilen Polimerler / *A New Concept In Packaging Materials: Environmentally Degradable Plastics*

SAVAŞÇI, Ö. Tunç 497

Plastiklerin Katı Atıklardan Geri Kazanımı / *Recycling Of Plastics From Solid Wastes*

SELİMBEYOĞLU, Candan; Efe N. GENÇOĞLU; Ş. Cem ÖZAKHUN; Türkün ŞAHİNBAŞKAN; Batuhan KURT 365
Renk Yönetim Sisteminin Ofset Baski Ve Flekso Baski Sistemlerine Uygulanmasi / *The Application of Color Management System on Offset and Flexo Printing Systems*

SIRIMOĞLU, Nil; Aysun TALAY; Ali ÖZİŞ; Rahim İŞLER 231
Plastik Ambalaj Malzemeleri Için Uygulanan Kalite Kontrol Testleri / *Quality Control Tests Of Plastic Packaging Materials*

SOYSAL, Timur; Muharrem SÖZEN; Efe N. GENÇOĞLU; Semiha YAVUZ; Mehmet AYDIN 375
Kendinden Yapışkanlı Etiket Baskısında Tramton Değer Kaybına Bağlı Renk Sapmasının Önlenmesine Yönelik Çalışmalar / *The Halftone Dot Loss Related Color Deviation In Self Adhesive Label Printing*

SÖZEN, Muharrem; Timur SOYSAL; Efe N. GENÇOĞLU; Semiha YAVUZ; Mehmet AYDIN 375
Kendinden Yapışkanlı Etiket Baskısında Tramton Değer Kaybına Bağlı Renk Sapmasının Önlenmesine Yönelik Çalışmalar / *The Halftone Dot Loss Related Color Deviation In Self Adhesive Label Printing*

ŞAHİN, Aysun;Müfide BANAR; Çiğdem VARDAR; Semra MALKOÇ; Cezmi NEYİM; Alphan ERÖZTÜRK 417
Kampus Katı Atıklarının Değerlendirilmesi ve Anadolu Üniversitesi Örneği / *Recovery Of Campus Solid Wastes and As An Example: Anadolu University*

ŞAHİNBAŞKAN, Türkün ; Efe N. GENÇOĞLU; Ş. Cem ÖZAKHUN; Candan SELİMBEYOĞLU; Batuhan KURT 365
Renk Yönetim Sisteminin Ofset Baski Ve Flekso Baski Sistemlerine Uygulanmasi / *The Application of Color Management System on Offset and Flexo Printing Systems*

ŞEKERCİOĞLU, Yasemin; Mehmet OKTAV; Ömer B. ZELZELE; Mert ÜLGEN 295
Karton Ambalaj Sektöründe Sağlığı Ve İşgüvenliğini Olumsuz Etkileyen Faktörlerin Önlenmesine Yönelik İnceleme / *A Study on the Factors that Negatively Affect Health and Safety Measures in Cardboard Packaging*

ŞENOL, Feridun 213
TİO2 Katkılı Aype Petilen G03-5 Filminin Optik Özellikleri / *The Optical Properties Of TiO2 Coloured Low Density Polyethylene Petilen G03-5*

ŞENOL, Feridun; Rahim İŞLER; Dilek UZUN 221
AYPE' nin Büzülme (Shrink) Özelliğinin Film Ekstruzyon Şartlari İle İlişkisinin İncelenmesi / *The Relationship Between Extrusion Conditions And Shrink Properties Of Low Density Polyethylene*

ŞENOL, R. Alev 457
Ambalaj Giriş Kalite Kontrollerinin Yapılabilirlik Analizi / *Study Of Incoming Packaging Material Inspection*

ŞERMET, Tülay; Hikmet A. GÜNDOĞDU; Faruk DEMİRBAŞ; Cavit ÖZTÜRKCAN; Rahim İŞLER 243
Doğal Yaşlandırma Sera Çalışması / *Examined Natural Weathering Greenhouse*

ŞİMŞEKER, Osman; Cem AYDEMİR; Mehmet OKTAV 337
Pürüzlü – Pürüzsüz Kağıt Yüzeyine Tramlı Baskıda Mekanik Nokta Şişmesinin Uygulamalı İncelenmesi / *The Applied Investigation Of Mechanical Dot Gain To The Surface Of Rough and Smooth Paper In The Trammed Print*

ŞİRİN, Görkem;Eruğrul ERDİN; Akın ALTEN 575
Almanya'da Ambalaj Atıklarının Ayrı Toplanması ve DSD Sisteminin İncelenmesi / *Seperate Collection of Packaging Waste in Germany and Investigation of DSD System*

TALAY, Aysun; Nil SIRIMOĞLU; Ali ÖZİŞ; Rahim İŞLER 231
Plastik Ambalaj Malzemeleri Için Uygulanan Kalite Kontrol Testleri / *Quality Control Tests Of Plastic Packaging Materials*

TIHMINLIOĞLU, Funda; Hilal PEHLİVAN; Filiz ÖZMIHÇI 173
Doğal Zeolit – Polipropilen Kompozitlerde Su ve Su Buharı Sorpsiyonunun İncelenmesi / *The Inspection of Water and Water Vapor Sorption in Natural Zeolite – Polypropylene Composites*

UĞUR, Engin 395
Kauçuk Esaslı Matbaa Silindirlerinde Verimliliğin Arttırılması / *The Increasing Efficiency In Printing Cylinder Rubber Base*

UĞUR, Engin 401
Yeni Bir Baskı Tekniği Olarak Dijital Baskı Sisteminin Analizi / *Digital Printing System Analysis*

UĞUR, Engin 517
Atık Kağıtların Değerlendirilmesi / *The Evaluation Of Recycling Papers*

ULUTAN, Sevgi 585
Tüketim Sonrası PVC Şişelerin Yeniden İşlenmesinde Eklenen Isıl Kararlı Kılıcıların Etkisi / *Impact Of Additional Thermal Stabilizers On Reprocessing Of Post-Consumer PVC Bottles*

ULUTAN, Sevgi; Behiye ÇAKIROĞLU; Selda GÖKTAŞ 551
Plastikleştirilmiş PVC Filmlerinden DOP Göçü / *Plasticizer Migration From PVC-DOP Films*

ULUTAN, Sevgi; Murat PAKEL 153
Silan Bağlayici İçeren PVC – DOP Filmlerin Özellikleri / *Properties Of PVC – DOP Films Containing Silane Coupling Agent*

URAL, Elif; Ömer B. ZELZELE; Gülhan BÜYÜKPEHLİVAN; Lütfi ÖZDEMİR 311
Karton Ambalaj Üretimine Destek Sağlayan Elektronik Bilgi Ağinin Taranmasi / *A Research on the Electronical Information NetWork that Supports Cardboard Packaging*

UZUN, Dilek; Feridun ŞENOL; Rahim İŞLER 221
AYPE' nin Büzülme (Shrink) Özelliğinin Film Ekstruzyon Şartlari İle İlişkisinin İncelenmesi / *The Relationship Between Extrusion Conditions And Shrink Properties Of Low Density Polyethylene*

ÜÇÜNCÜ, Mustafa 69
Gıda Sanayiinde Aseptik Ambalajlama / *Aseptic Packaging In Food Industry*

ÜLGEN, Mert; Mehmet OKTAV; Yasemin ŞEKERCİOĞLU; Ömer B. ZELZELE 295
Karton Ambalaj Sektöründe Sağlığı Ve İşgüvenliğini Olumsuz Etkileyen Faktörlerin Önlenmesine Yönelik İnceleme / *A Study on the Factors that Negatively Affect Health and Safety Measures in Cardboard Packaging*

ÜLKÜ, Semra; Devrim BALKÖSE; Fehime ÖZKAN 163
Nem Çeken Ambalaj Malzemelerinin Geliştirilmesi / *Development Of Dessicanting Packing Materials*

ÜNAL, Hayri; Hüseyin N. BEYTUT; Mehmet OĞUZ 351
Ofset Baskıda Film, Kalıp ve Baskının Densitometre İle Kalite Kontrolü / *The Quality Control by a DensityMeter of Film, Mould and Press in Offset Printing*

ÜRÜT, Afşar; Ertugrul ERDİN; Akın ALTEN 525
Avrupa Birliğinde Ambalaj Atıklarının Değerlendirilmesi, Sistemlerinin Ekonomik Analizi / *The Economical Analyses of Utilization of Packaging Wastes in European Union*

ÜRÜT, Afşar; Ertuğrul ERDİN 593
Ambalaj Atıklarının Azaltılması / *Packaging Wate Mimization*

VARDAR, Çiğdem; Müfide BANAR; Semra MALKOÇ; Aysun ŞAHİN; Cezmi NEYİM; Alphan ERÖZTÜRK 417
Kampus Katı Atıklarının Değerlendirilmesi ve Anadolu Üniversitesi Örneği / *Recovery Of Campus Solid Wastes and As An Example: Anadolu University*

WAGNER, George 135
Bariyer Polimerler İçin Enkapsülasyon ve Koekstrüzyon Teknolojisi / *Encapsulation and Coextrusion Of Barrier Polymers*

WUWEI, Liu 109
Gelişim Tarihinde Çin Ambalaj Endüstrisi ve Bugünkü Durumu / *China Packaging Industry In Development History and Current Status*

YANIK, Jale ; A. Rasim ÖZKAN 411
Niigata Plastik Dönüşüm Merkezinde Atık Plastiklerin Sıvılaştırılması / *Waste Plastics Liquefaction Technology of Niagata Plastics to Oil Conversion Center*

YAVUZ, Hülya; Erhan PİŞKİN 125
Ambalaj Malzemesinde Yeni Yaklaşimlar: Doğada Parçalanabilen Polimerler / *A New Concept In Packaging Materials: Environmentally Degradable Plastics*

YAVUZ, Semiha; Timur SOYSAL; Muharrem SÖZEN; Efe N. GENÇOĞLU; Mehmet AYDIN 375
Kendinden Yapışkanlı Etiket Baskısında Tramton Değer Kaybına Bağlı Renk Sapmasının Önlenmesine Yönelik Çalışmalar / *The Halftone Dot Loss Related Color Deviation In Self Adhesive Label Printing*

YENAL, Hacer; Bülent ÖZBAŞ; Sacide ALSOY ALTINKAYA 261
Kuru Döküm Metoduyla Selüloz Asetat Filmlerinin Hazırlanması ve Özelliklerinin İncelenmesi / *Preparation Of Cellulose Acetate Films By Dry Casting Method and Investigation Of Properties*

YEŞİL ÇELİKTAŞ, Özlem 487
Ürün Tasarımında Müşteri İsteklerinin Açığa Çıkarılması / *Customer Needs in Product Design*

YİĞİT, Vural 83
Ambalaj ve Gıda Güvenliği / *Packaging and Food Safety*

ZELZELE, Ömer B.; Gülhan BÜYÜKPEHLİVAN; Lütfi ÖZDEMİR; Elif URAL 311
Karton Ambalaj Üretimine Destek Sağlayan Elektronik Bilgi Ağinin Taranmasi / *A Research on the Electronical Information NetWork that Supports Cardboard Packaging*

ZELZELE, Ömer B.; Mehmet OKTAV; Yasemin ŞEKERCİOĞLU; Mert ÜLGEN 295
Karton Ambalaj Sektöründe Sağlığı Ve İşgüvenliğini Olumsuz Etkileyen Faktörlerin Önlenmesine Yönelik İnceleme / *A Study on the Factors that Negatively Affect Health and Safety Measures in Cardboard Packaging*

ALKİM A.Ş.
MOPAK A.Ş.
ANIL AMBALAJ SAN.
BDF
SÜPER FİLM
BUDİN AKARCA
POLİNAS A.Ş.

Aradığınızdan Fazlasını Bulacaksınız.

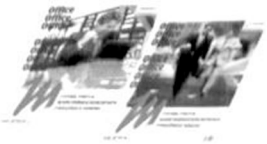
• Mopak Fotokopi Kağıtları

• Mopak Faks, Yazar Kasa Ruloları

• MopaFx ILC Fotokopi Kağıtları

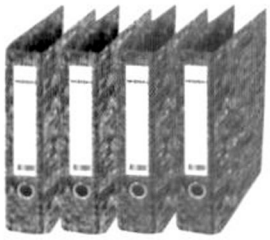
• Rekort ILC Fotokopi Kağıtları

• Mopak Bilgisayar Kağıtları



• Mopak Parşömen Kağıtları

• Mopak Klasörler

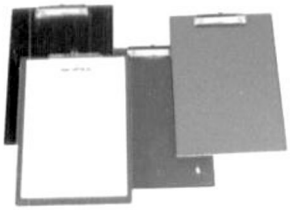


• Mopak Granit Desenli Klasörler

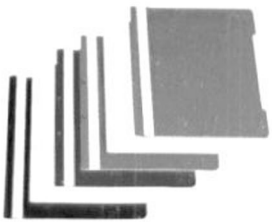
• Dalco Fotokopi Kağıdı

• Expert Inkjet Colour Copy Kağıdı

• Mopak Teksir Kağıtları



• Mopak Sekreter alttıkları



• Mopak Plastik Telli Dosyalar

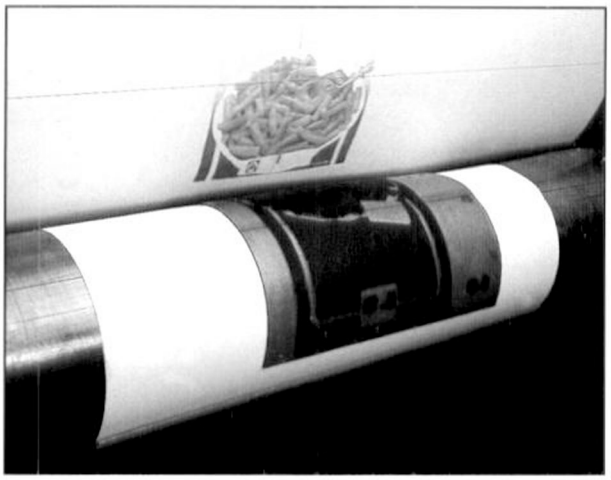
• Mopak Delikli Poşet Dosyalar

• "L" Poşet Dosyalar

Tüm Mc Mopak ve Kırtasiyelerde...

MOPAK

TR - 35170 Kemalpaşa İzmir Kırovası Mevkii P.K. 10 Tel : +90 (0-232) 877 02 35 (pbx) Fax: +90 (0-232) 877 02 30
web site:www.mopak.com.tr • e-mail:mopak@mopak.com.tr



Resimlerin ve renkli dolgu yapılmış bölgelerin uyumsuzluğu peşinizi bırakmıyor mu? tesa Softprint bu ikisini uzlaştırıyor.

Kategori	*Softprint ürünleri*	*Uygulamalar/özellikler*
380 µm	***tesa 52380***	• Etiket basımı ve metrik olmayan sistemler
	tesa 52382	• Etiket basımı ve metrik olmayan sistemler
500 µm	***tesa 52500***	• Genel amaçlı geniş enli film ve kağıt basımı • Film takviyesiz
	tesa 52504	• Genel amaçlı, geniş enli film ve kağıt basımı • Daha kuvvetli yapışkanlık özelliği Kolay monte, yerleştirme ve kalıntı bırakmadan sökme, yüksek tutma kuvveti • Tramlı ve dialı işlemlerde mükemmel sonuç
	yeni ***tesa 52020***	• Yapışkanlık, baskı zamanı içinde sabit kalır. Demonte sırasında sleeve veya merdanede kalıntı kalmaz • Köpük özelliğinden ötürü vurma sorunu gösteren baskılarda önerilir. • Sert sleeve ve kazan üzerinde mükemmel performans
	yeni ***tesa 52021***	• Yapışkanlık, baskı zamanı içinde sabit kalır. Demonte sırasında sleeve veya merdanede kalıntı kalmaz • Köpük özelliğinden ötürü vurma sorunu gösteren baskılarda önerilir. • Sert sleeve ve kazan üzerinde mükemmel performans

BDF●●●●
Beiersdorf
Kimya San. ve Tic. A.Ş.

Büyükdere Cad. Plaza Spring Giz Kat: 1, 80670 Maslak - İstanbul
Tel: (212) 286 18 70 pbx - Faks: (212) 286 18 77
e-mail: tesatape@istanbul.beiersdorf.com
internet : www.tesa.com

BUDİN AKARCA

Printing Inks Industry & Trade Ltd. Şti.

Flexo ve Tifdruk baskılara yönelik mürekkepte yeni bir isim olan BUDIN AKARCA mürekkep markası BUDİN LTD. ŞTL nin 14 yıllık geçmişinin bir ürünü olarak ambalaj sektörüne hizmet vermeye başlamıştır.

Firmamızın amacı ambalaj sektöründeki mürekkep taleplerine kaliteli ve spesifik mürekkebi üretip sürekli, güleryüzlü ve teknik desteğiyle hizmet vermektir. Mürekkep üretimimizdeki teknik kişi olan Y. Bülent AKARCA'nın 35 yıllık tecrübesini günümüz teknolojisiyle birleştiren firmamızın hedefi her zaman ileriye gitmek ve ileriyi görmektir.

Kısaca Ürünlerimizin Çeşitleri;

SERİMİZ; PF

Kağıt basım sektöründe FLEXO KAĞIT MÜREKKEPLERİ (Her türlü ambalaj kağıdı, peçete, kasap kağıdı, defter kabı vs.)

SERİLERİMİZ; PB-TA

PE, PP, PVC, ALÜMİNYUM FOLYO, METALİZE FİLMLER için FLEXO ve TİFDRUK matbaa mürekkepleri, polyramid bazlı olup çözücü olarak izopropil (İPA) alkol kullanılmaktadır. Bu ürünümüzün yüksek sürtünme ve su dayanıklılığı vardır, özellikle PP çuval sektöründe ciddi bir müşteri portföyü oluşmuştur.

SERİLERİMİZ; PP-PT-PTF-TT-TL-TD-TV-TF

PE, PP, PVC, ALÜMİNYUM FOLYO, METALİZE, PÜRLİZE FİLMLER için FLEXO ve TİFDRUK mürekkepleri nitro bazlı, olup çözücü olarak izopropil (İPA) alkol ve etil asetat (EAC) kullanılmaktadır. Bu ürünümüzde ise mürekkep tipine göre lamine edilebilir, su dayanımı, yüksek ısı dayanımı, yağ dayanımı, kırışma dayanımı, deterjan dayanımı, deep freeze dayanımı, sürtünme dayanımı, asit dayanımı gibi özellikleri olan serilerimiz mevcuttur.

Müşterilerimizin talebi doğrultusunda PANTONE ve RAL katoloğlarından her türlü renk çalışması ve çeşitli dayanıklılık özellikleri ile süratli özel üretim yapılmaktadır. Tüm üretimimizin kalite güvence raporları hazır olup talep edildiğinde müşterilerimize sunulmaktadır.

Q new brand in flexo and tiefdruck printing inks; Budin Akarca is a registered trademark of BUDİN Chemical Substances Industry and Trade Ltd Co a reputable company with 14 years of experience in packaging industry.

The goal of our company is to meet packaging ink demonds with certified quality production; in addition to the customer service and technical support built on continuity basis, for long withstanding business relationships. Y.Bülent AKARCA, our technical manager in charge of ink production has 35 years experience; that is currently being combined with the most recent production technology; taking our company into the future.

-Flexo paper inks in paper printing segment (for all kinds of wrapping paper, paper napkins, book covers etc.)

-İsopropyl alcohol (IPA) is used as the solvent for our polyamide based flexo and tiefdruck printing inks, uvitable on PE, PP, PVC, alliminium foils and metal coverd films. These product have high friction and water ressistance and are widely used especially in PP sacks segment, where we have a large customer portfolio. İnk Series: PB-TA

-İsopropyl aicohol (IPA) and ethylacetate(EA) are used as the solvent for our nitro based flexo and tiefdruck printing inks, suitable on laminable features, water resistance, high temperature resistance, wrinkle resistance, deep freeze resistance, friction resistance. İnk Series: PP-PT-PTF-TF-TL-TD-TV-DF

-Special production is carried out with PANTONE and RAL colors and various types of reistance based on color customers demands Production quality assurance certificates are also available upon demands.

Factory Adress: 10026 Sokak No:17 ATATÜRK Organize Sanayi Bölgesi ÇİĞLİ-İZMİR TURKEY
Phone&Fax: +90-232-328 00 84 E-mail: info@budin.com.tr Web Page: www.budin.com.tr

Bu kitap **TMMOB Kimya Mühendisleri Odası**
tarafından yayınlanmıştır.
This book is published by
UCTEA Chamber of Chemical Engineers

Mayıs 2001 – İZMİR
May 2001, İZMİR-TURKEY

Hazırlık / *Preperation*
Tamer TANILMIŞ
Burcu ALP

Kimya Mühendisleri Odası Ege Bölge Şubesi

Baskı / *Printing*
Etki Matbaacılık ve Yayıncılık San. Ltd. Şti
Tel/Faks : 0 232 482 09 00 Basmane-İZMİR-TURKEY